

SIMONE APARECIDA SOPCHAKI

**EFEITO DO HERBICIDA DICAMBA NO ESTRESSAMENTO DE
Pinus taeda L. PARA ATRAÇÃO DE *Sirex noctilio* FABRICIUS, 1793
E IMPACTO SOBRE *Deladenus siricidicola* BEDDING
E *Amylostereum areolatum* (FRIES) BOIDIN**

**Tese apresentada como requisito
parcial a obtenção do título de
Mestre em Ciências Biológicas, Área
de Concentração em Entomologia,
do Departamento de Zoologia, do
Setor de Ciências Biológicas, da
Universidade Federal do Paraná.**

**CURITIBA
1996**

SIMONE APARECIDA SOPCHAKI

**EFEITO DO HERBICIDA DICAMBA NO ESTRESSAMENTO DE
Pinus taeda L. PARA ATRAÇÃO DE *Sirex noctilio* FABRICIUS, 1793
E IMPACTO SOBRE *Deladenus siricidicola* BEDDING
E *Amylostereum areolatum* (FRIES) BOLDIN**

**Tese apresentada como requisito
parcial a obtenção do título de Mestre
em Ciências Biológicas, Área de
Concentração em Entomologia, do
Departamento de Zoologia, do Setor
de Ciências Biológicas, da
Universidade Federal do Paraná.**

**Orientador: Prof. Vinalto Graf
Co-orientador: Edson Tadeu Iede**

**CURITIBA
1996**

AGRADECIMENTOS

Ao Curso de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, do Departamento de Zoologia da UFPR, pelo curso oferecido.

Ao Centro Nacional de Pesquisa de Florestas - CNPFlorestas/EMBRAPA, pelo apoio à realização deste trabalho.

Ao Fundo Nacional de Controle à Vespa-da-Madeira (FUNCEMA), pelo apoio financeiro.

À Empresa Papel e Celulose Catarinense S/A - PCC, por ter cedido a área e pelo apoio na condução do experimento de campo.

Ao professor Vinalto Graf (Departamento de Zoologia/UFPR), pela orientação e ao pesquisador Edson Tadeu Iede (CNPFlorestas/EMBRAPA) pela co-orientação neste trabalho.

À pesquisadora Susete do Rocio Chiarello Penteado (CNPFlorestas/EMBRAPA) pelas críticas e sugestões ao trabalho.

Ao pesquisador Edilson Batista Oliveira (CNPFlorestas/EMBRAPA), pela orientação na análise estatística.

Aos assistentes de pesquisa do CNPFlorestas/EMBRAPA, Ivan Jorge da Silva, por sua importante contribuição na instalação e condução do experimento de campo e Carla Castellano, pela orientação na condução do experimento de laboratório.

Ao operário rural (CNPFlorestas/EMBRAPA), Cláudio Roberto Bonfim, pelo auxílio na coleta de dados.

A todos os amigos do CNPFlorestas/EMBRAPA, cujo apoio e incentivo foi fundamental durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

Em especial, ao pesquisador Carlos Marcelo da Silveira Soares por sua importante contribuição e, também, por sua amizade.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

A Deus, pelo que somos.

SUMÁRIO

<u>LISTA DE FIGURAS</u>	viii
<u>LISTA DE TABELAS</u>	x
<u>RESUMO</u>	xi
<u>SUMMARY</u>	xiii
<u>1 INTRODUÇÃO</u>	1
<u>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1 POSIÇÃO SISTEMÁTICA DE <i>Sirex noctilio</i>	3
2.2 DISTRIBUIÇÃO NATURAL DE <i>Sirex noctilio</i>	3
2.3 HISTÓRICO DA PRAGA	4
2.4 BREVE DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DE <i>Sirex noctilio</i>	6
2.5 PERÍODO DE EMERGÊNCIA	7
2.6 DANOS E SINTOMAS DE ATAQUE	8
2.7 DISTRIBUIÇÃO DE <i>Sirex noctilio</i> AO LONGO DO TRONCO	9
2.8 MEDIDAS DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE <i>Sirex noctilio</i>	9
2.8.1 Controle biológico	11
2.8.2 Atratividade de árvores de <i>Pinus taeda</i> a <i>Sirex noctilio</i> e instalação de árvores-armadilha	12
2.8.2.1 Anelamento	18
2.8.2.2 Estressamento com herbicida	20
2.8.3 Amostragem seqüencial para determinação de níveis de ataque de <i>Sirex noctilio</i>	23
2.9 CARACTERÍSTICAS DO HERBICIDA DICAMBA	24

3 MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1 EXPERIMENTO I - EFEITO DE DIFERENTES DOSES E MÉTODOS DE APLICAÇÃO DO HERBICIDA DICAMBA NO ESTRESSAMENTO DE ÁRVORES DE <i>Pinus taeda</i> PARA ATRAÇÃO DE <i>Sirex noctilio</i>	25
3.1.1 Caracterização da área experimental	25
3.1.2 Delineamento experimental	28
3.1.3 Seleção das árvores-armadilha e disposição das parcela no campo	28
3.1.4 Época de aplicação do herbicida	30
3.1.5 Modo de aplicação do herbicida	30
3.1.6 Anelamento	30
3.1.7 Avaliações do nível de estresse das árvores de <i>Pinus taeda</i>	32
3.1.8 Determinação do nível de ataque de <i>Sirex noctilio</i> no povoamento	33
3.1.9 Avaliação do número de larvas de <i>Sirex noctilio</i> e do parasitismo por <i>Deladenus siricidicola</i> e <i>Ibalia leucospoides</i>	33
3.1.10 Análise estatística	33
3.2 EXPERIMENTO II - AVALIAÇÃO DO EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO HERBICIDA DICAMBA NO DESENVOLVIMENTO DO NEMATÓIDE <i>Deladenus siricidicola</i> E DO FUNGO <i>Amylostereum areolatum</i> EM LABORATÓRIO	34
3.2.1 Delineamento experimental	35
3.2.2 Teste 1 - Efeito de diferentes concentrações do herbicida dicamba no desenvolvimento do nematóide <i>Deladenus siricidicola</i>	35
3.2.3 Teste 2 - Efeito de diferentes concentrações do herbicida dicamba no desenvolvimento do fungo <i>Amylostereum areolatum</i>	35
3.2.4 Avaliação	36
3.2.5 Análise estatística	36

<u>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	37
4.1 EXPERIMENTO I - EFEITO DE DIFERENTES DOSES E MÉTODOS DE APLICAÇÃO DO HERBICIDA DICAMBA NO ESTRESSAMENTO DE ÁRVORES DE <i>Pinus taeda</i> PARA ATRAÇÃO DE <i>Sirex noctilio</i>	37
4.1.1 Percentual de árvores-armadilha suscetíveis ao ataque de <i>Sirex noctilio</i> na área experimental	37
4.1.2 Anelamento	38
4.1.3 Efeito dos diferentes tratamentos com o herbicida dicamba no estressamento das árvores de <i>Pinus taeda</i>	39
4.1.4 Atratividade das árvores de <i>Pinus taeda</i> à vespa-da-madeira	45
4.1.5 Impacto do herbicida dicamba sobre os inimigos naturais	47
4.2 EXPERIMENTO II - EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO HERBICIDA DICAMBA NO DESENVOLVIMENTO DO NEMATÓIDE <i>Deladenus siricidicola</i> E DO FUNGO <i>Amylostereum areolatum</i>	49
<u>5 CONCLUSÕES</u>	53
<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	54
<u>APÊNDICES</u>	59
APÊNDICE 1 - TABELA PARA AMOSTRAGEM SEQUÊNCIAL DE <i>Sirex noctilio</i>, COM BASE EM INTERVALOS DE CONFIANÇA COM Z A 90 %. (PENTEADO et al., 1993).	59
APÊNDICE 2 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DA VARIÁVEL PERCENTUAL DE CLOROSE NA COPA DE ÁRVORES DE <i>Pinus taeda</i>.	60
APÊNDICE 3 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DA VARIÁVEL INTENSIDADE DE CLOROSE NA COPA DE ÁRVORES DE <i>Pinus taeda</i>.	61
APÊNDICE 4 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DA VARIÁVEL Y_1.	62

APÊNDICE 5 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DA VARIÁVEL NÚMERO DE LARVAS DE <i>Sirex noctilio</i>	63
APÊNDICE 6 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DA VARIÁVEL PERCENTUAL DE PARASI- TISMO POR <i>Deladenus siricidicola</i> EM <i>Sirex</i> <i>noctilio</i>	64
APÊNDICE 7 - AMOSTRAGEM SEQÜENCIAL REALIZADA CONFORME PENTEADO et al. (1993), Z = 90 %, NO TALHÃO 4 DA FAZENDA CERRO PELADO IV. SÃO JOSÉ DO CERRITO, SC, 1993/94.....	65
APÊNDICE 8 - AMOSTRAGEM SEQÜENCIAL REALIZADA CONFORME PENTEADO et al. (1993), Z = 90 %, NO TALHÃO 6A DA FAZENDA CERRO PELADO IV. SÃO JOSÉ DO CERRITO, SC, 1993/94.....	66
APÊNDICE 9 - MÉDIA DO DIÂMETRO À ALTURA DO PEITO (DAP), EM CENTÍME- TROS, DAS ÁRVORES DE <i>Pinus taeda</i> UTILIZADAS NO EXPERI- MENTO. SÃO JOSÉ DO CERRITO, SC, 1993/94.....	67
APÊNDICE 10 - ALTURA MÉDIA, EM METROS, DAS ÁRVORES DE <i>Pinus taeda</i> UTILIZADAS NO EXPERIMENTO. SÃO JOSÉ DO CERRITO, SC, 1993/94.....	68
APÊNDICE 11 - VALORES MÉDIOS DA INTENSIDADE DE CLOROSE (EM UMA ESCALA DE 0 A 8), EM PLANTAS DE <i>Pinus taeda</i> , PROVOCADA PELOS DIFERENTES TRATAMENTOS COM O HERBICIDA DICAMBA DURANTE AS AVALIAÇÕES DO ESTADO FITOS- SANITÁRIO. SÃO JOSÉ DO CERRITO, SC, 1993/94.....	69

APÊNDICE 12 - PERCENTUAL DE CLOROSE, EM PLANTAS DE <i>Pinus taeda</i> , PROVOCADO PELOS DIFERENTES TRATAMENTOS DURANTE AS AVALIAÇÕES DO ESTADO FITOSSANITÁRIO. SÃO JOSÉ DO CERRITO, SC, 1993/94.....	70
APÊNDICE 13 - DESENVOLVIMENTO DO FUNGO <i>Amylostereum areolatum</i> SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO HERBICIDA DICAMBA EM MEIO DE CULTURA B.D.A. (ÁGAR COM DEXTROSE DE BATATA) EM LABORATÓRIO. COLOMBO, PR, 1995.....	71
APÊNDICE 14 - DESENVOLVIMENTO DO NEMATÓIDE <i>Deladenus siricidicola</i> SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO HERBICIDA DICAMBA EM MEIO DE CULTURA B.D.A. (ÁGAR COM DEXTROSE DE BATATA) EM LABORATÓRIO. COLOMBO, PR, 1995.....	72
APÊNDICE 15 - DESENVOLVIMENTO DO FUNGO <i>Amylostereum areolatum</i> SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO HERBICIDA DICAMBA EM MEIO DE CULTURA B.D.A. (ÁGAR COM DEXTROSE DE BATATA) EM LABORATÓRIO. VALORES OBTIDOS NA AVALIAÇÃO DE 03/02/95. COLOMBO, PR, 1995.....	73
APÊNDICE 16 - DESENVOLVIMENTO DO NEMATÓIDE <i>Deladenus siricidicola</i> SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO HERBICIDA DICAMBA EM MEIO DE CULTURA B.D.A. (ÁGAR COM DEXTROSE DE BATATA) EM LABORATÓRIO VALORES OBTIDOS NA AVALIAÇÃO DE 03/02/95. COLOMBO, PR, 1995.....	74

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DOS TALHÕES 4 E 6A E DISPOSIÇÃO DOS BLOCOS DO EXPERIMENTO NA FAZENDA CERRO PELADO IV. SÃO JOSÉ DO CERRITO, SC, 1993/94.....	26
FIGURA 2 - VISTA PARCIAL DO POVOAMENTO DE <i>Pinus taeda</i> NA FAZENDA CERRO PELADO IV. SÃO JOSÉ DO CERRITO, SC, 1993/94.....	27
FIGURA 3 - GRUPO DE ÁRVORES DE <i>Pinus taeda</i> COM APLICAÇÃO DO HERBICIDA DICAMBA. SÃO JOSÉ DO CERRITO, SC, 1993/94.....	29
FIGURA 4 - ANELAMENTO EM ÁRVORE DE <i>Pinus taeda</i> . SÃO JOSÉ DO CERRITO, SC, 1993/94).....	31
FIGURA 5 - INTENSIDADE DE CLOROSE (EM UMA ESCALA DE ZERO A OITO), EM PLANTAS DE <i>Pinus taeda</i> , PROVOCADA PELOS DIFERENTES TRATAMENTOS DURANTE AS AVALIAÇÕES DO ESTADO FITOSSANITÁRIO. SÃO JOSÉ DO CERRITO, SC, 1993/94.....	40
FIGURA 6 - PERCENTUAL DE CLOROSE (EM UMA ESCALA DE ZERO A OITO), EM PLANTAS DE <i>Pinus taeda</i> , PROVOCADO PELOS DIFERENTES TRATAMENTOS DURANTE AS AVALIAÇÕES DO ESTADO FITOSSANITÁRIO. SÃO JOSÉ DO CERRITO, SC, 1993/94.....	41
FIGURA 7 - VALORES MÉDIOS DAS VARIÁVEIS NÍVEL DE ESTRESSE (Y_1^*) EM ÁRVORES DE <i>Pinus taeda</i> E NÚMERO DE LARVAS DE <i>Sirex noctilio</i> . SÃO JOSÉ DO CERRITO, SC, 1993/94.....	46

FIGURA 8 - AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DO NEMATÓIDE <i>Deladenus siricidicola</i>, EM MILÍMETROS, A PARTIR DA BORDA DO INÓCULO EM DIREÇÃO AO CENTRO DA PLACA, SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO HERBICIDA DICAMBA, EM MEIO DE CULTURA DE ÁGAR COM DEXTROSE DE BATATA (B.D.A.) EM LABORATÓRIO. COLOMBO, PR, 1995.....	51
FIGURA 9 - AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DO FUNGO <i>Amylostereum areolatum</i>, EM MILÍMETROS, A PARTIR DA BORDA DO INÓCULO EM DIREÇÃO AO CENTRO DA PLACA, SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO HERBICIDA DICAMBA, EM MEIO DE CULTURA DE ÁGAR COM DEXTROSE DE BATATA (B.D.A.). EM LABORATÓRIO. COLOMBO, PR, 1995.....	52

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - VALORES MÉDIOS APRESENTADOS PELAS VARIÁVEIS PERCENTUAL DE CLOROSE, INTENSIDADE DE CLOROSE, Y_1^*, NÚMERO DE LARVAS DE <i>Sirex noctilio</i>, PERCENTUAL DE PARASITISMO POR <i>Deladenus siricidicola</i> E POR <i>Ibalia leucospoides</i>.....	43
TABELA 2 - CONTRASTE ENTRE TRATAMENTOS E NÍVEIS DE PROBABILIDADE DO TESTE F PARA AS VARIÁVEIS PERCENTUAL DE CLOROSE, INTENSIDADE DE CLOROSE, Y_1^*, NÚMERO DE LARVAS DE <i>Sirex noctilio</i> E PERCENTUAL DE PARASITISMO POR <i>Deladenus siricidicola</i>.....	44

RESUMO

Este trabalho teve o objetivo de determinar o melhor método de aplicação, bem como a dose mais eficiente, do herbicida dicamba (BANVEL[®] 480), no estressamento de árvores de *Pinus taeda*, a fim de torná-las atrativas a *Sirex noctilio* Fabricius, 1793, vespa-da-madeira, visando um melhor monitoramento e controle da praga, sem afetar seus inimigos naturais.

Para tanto, em 30 de setembro de 1993, foi instalado um experimento de campo, no município de São José do Cerrito, Estado de Santa Catarina, onde testou-se, para o estressamento de árvores de *P. taeda*, duas doses e duas formas de aplicação do herbicida dicamba, na concentração de 20 % de ingrediente ativo além do anelamento. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com seis tratamentos e cinco repetições. Cada parcela era composta por um grupo de cinco árvores.

Foram realizadas avaliações mensais do nível de estresse das árvores de *P. taeda* entre os meses de setembro de 1993 a maio de 1994. Em junho de 1994 as árvores foram abatidas verificando-se a presença de *S. noctilio*. Retirou-se um torete de cada árvore, transportando-os ao Laboratório de Entomologia do CNPFlorestas/ EMBRAPA - Colombo, Paraná - onde foram seccionados para avaliação do número total de larvas de *S. noctilio*, número de larvas infectadas pelo nematóide *Deladenus siricidicola* Bedding e número de larvas do parasitóide *Ibalia leucospoides* Hochenwald. Os dados foram submetidos a análise de variância, através do teste F para contrastes ortogonais.

Nas condições em que foi realizado o trabalho, os resultados indicaram que a aplicação de 2 ml do herbicida dicamba por orifício - a cada 10 cm de circunferência do tronco, para árvores com diâmetro à altura do peito (DAP) de 10 a 30 cm e a cada 8 cm

de circunferência do tronco para árvores com DAP maior que 30 cm - independente da forma de aplicação, na base do tronco ou a 1 metro de altura, atraíram maior número de indivíduos da vespa-da-madeira, enquanto que a dosagem de 1 ml resultou em um índice de parasitismo natural por *D. siricidicola* superior.

De forma complementar estudou-se a influência do herbicida dicamba no desenvolvimento do nematóide *D. siricidicola* e do fungo simbiote *Amylostereum areolatum* (Fries) Boidin. Foram conduzidos testes no Laboratório de Entomologia do CNPFlorestas/EMBRAPA verificando-se o efeito de diferentes concentrações do herbicida em meio de cultura B.D.A no desenvolvimento de inóculos do nematóide e do fungo. Constatou-se, nas concentrações utilizadas em laboratório, que o herbicida influenciou o desenvolvimento tanto do nematóide, quanto do fungo. Os dados foram estudados através de visualização gráfica.

SUMMARY

This work aimed at determining the proper dosage and application method of dicamba herbicide (BANVEL® 480) for stressing *Pinus taeda* trees, making them attractive to the wood wasp *Sirex noctilio* Fabricius, 1793. Trees are stressed to monitor and control the wood wasp without damaging its natural enemies.

A field trial was established in 30 September 1993 at São José do Cerrito, Santa Catarina State, Brazil. *P. taeda* trees were arranged in random blocks with 6 treatments and 5 repetitions. Treatments were girdling, 2 different combinations of dicamba dosages and 2 application methods and a witness with non stressed trees. Each sampling unit had 5 trees.

Monthly analysis of tree stress level was carried out from September 1993 to May 1994. In June 1994, trees were felled and a trunk section from each tree was collected for the analysis of total number of *S. noctilio* larvae, number of larvae infected by the nematode *Deladenus siricidicola* Bedding and by the parasitoid *Ibalia leucospoides* Hochenwald.

The application of 2 ml of dicamba per insertion hole drilled every 10 cm for trees with DBH 10-30 cm of circumference and every 8 cm of circumference for trees with DBH bigger than 30 cm was the method for stressing the trees that attracted more individuals of the wood wasp, both for insertions made at the basis of the stem or at 1 m height. However, the application of 1 ml resulted in a higher level of natural parasitism by *D. siricidicola*.

Although a single concentration of 20 % of the active principle was used in the field trial, different concentrations of dicamba herbicide were tested in BDA cultures of *D. siricidicola* and of its symbiotic fungus *Amylostereum areolatum* (Fries) Boidin demonstrating that development of both species was influenced by changes in concentration.

1 INTRODUÇÃO

Na região Sul do Brasil, há aproximadamente 1.200.000 ha reflorestados com espécies do gênero *Pinus*. A maioria dos plantios é constituída por *P. taeda* L e *P. elliottii* Engelm, cuja principal finalidade é produzir matéria-prima para papel e celulose.

A detecção de *Sirex noctilio* Fabricius, 1793 (vespa-da-madeira) em povoamentos de *Pinus* spp. em fevereiro de 1988, no Brasil, despertou os reflorestadores para a necessidade de se desenvolver um programa de manejo integrado da praga, em função dos danos que esta provoca. Este programa contempla a utilização de medidas preventivas, como o controle silvicultural e quarentenário, a utilização de medidas de controle biológico através do nematóide *Deladenus siricidicola* Bedding (Nematoda: Neothylenchidae) e de insetos parasitóides. Além disso, é preconizado, também, o monitoramento da praga. O método mais adequado para monitorar a vespa-da-madeira é a utilização de árvores-armadilha, que servem para fazer a detecção precoce de *S. noctilio* em novas áreas e para obter pontos para liberação de inimigos naturais, aspectos de importância vital para o sucesso do programa.

A atratividade de *S. noctilio* está relacionada à condição de debilidade das árvores. Sendo assim, algumas podem ser estressadas dentro do povoamento, funcionando, deste modo, como árvores-armadilha. Na Austrália, o herbicida dicamba é recomendado para esta finalidade em povoamentos de *P. radiata*, devido a sua ação lenta no interior das árvores, tornando-as suscetíveis por um período maior.

A literatura refere-se a este herbicida como uma substância que não afeta o desenvolvimento da vespa-da-madeira, do nematóide e dos insetos parasitóides. Além destas vantagens, o herbicida é injetado no tronco da árvore com o auxílio de uma seringa e, por ser realizada uma aplicação localizada, minimiza a contaminação ao meio

ambiente, ao mesmo tempo que não causa problemas ao aplicador desde que este utilize os equipamentos de proteção individual.

Este trabalho teve como objetivo definir o método de aplicação mais adequado e a dose mais eficiente do dicamba no estressamento de árvores de *P. taeda* para torná-las atrativas a *S. noctilio*, assim como o impacto sobre o fungo simbiote *Amylostereum areolatum* (Fries) Boidin e o nematóide *D. siricidicola*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 POSIÇÃO SISTEMÁTICA DE *Sirex noctilio*

Conforme NEUMANN et al. (1987) a posição taxonômica de *Sirex noctilio* Fabricius, 1793 é a seguinte:

Ordem: Hymenoptera;

Subordem: Symphyta;

Família: Siricidae;

Subfamília: Siricinae;

Gênero: *Sirex* Linnaeus, 1761;

Espécie: *S. noctilio* Fabricius, 1793.

2.2 DISTRIBUIÇÃO NATURAL DE *Sirex noctilio*

Os siricídeos desenvolvem-se no interior do tronco de várias espécies florestais e são comumente chamados de "vespas-da-madeira". É um grupo associado às coníferas e às angiospermas, cuja origem é o Hemisfério Norte (SMITH, 1978).

Esta espécie é endêmica da Europa, Ásia e Norte da África. Nos países de origem desenvolve-se, normalmente, em árvores danificadas ou mortas pelo fogo, vento, nevada ou operações mecânicas, atacadas por outros insetos e por patógenos, podendo, também, desenvolver-se em árvores sadias (MORGAN, 1968; FURNISS e CAROLIN, 1977; SPRADBERY e KIRK, 1978).

2.3 HISTÓRICO DA PRAGA

A vespa-da-madeira estabeleceu-se na Nova Zelândia em 1900 (MILLER e CLARK, 1935), sendo considerada uma espécie comum por muitos anos. Porém, de 1940 a 1949, causou uma alta mortalidade de árvores de *P. radiata* devido à existência de extensas áreas de reflorestamentos com esta conífera exótica aliadas a um prolongado período de seca (RAWLINGS e WILSON, 1949).

Na Austrália, a praga foi introduzida acidentalmente em 1952 (GILBERT e MILLER, 1952). Várias tentativas para erradicá-la não tiveram sucesso e, em 1959, a mortalidade das plantas chegou a 40 % (TAYLOR, 1981). No final de 1961, a espécie foi detectada em Vitória (IRVINE 1962, citado por TAYLOR, 1978).

Devido às elevadas perdas provocadas pela praga, foi criado, na Austrália, o "National Sirex Found", que recebeu recursos dos governos estaduais e de empresas privadas. Todos contribuíram com somas proporcionais aos seus plantios de *Pinus* spp., para que o governo federal, através da Divisão de Entomologia da Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), desenvolvesse pesquisas para a solução do problema. Como o inseto foi introduzido sem seus inimigos naturais, foi dada prioridade para o controle biológico. O programa incluiu a busca de parasitóides nos países de origem de *S. noctilio*, estudos de ecologia e comportamento da praga e de seus parasitóides na Tasmânia, estudos de fisiologia das plantas, relações entre as plantas e o fungo simbiote, resistência de plantas e uso de controle químico combinado com atraentes químicos (TAYLOR, 1981).

Na América do Sul, a vespa-da-madeira foi detectada pela primeira vez no Uruguai em 1980 (REBUFFO, 1990). No período de 1983 a 1985 a população de *S. noctilio* atingiu altos níveis em plantações localizadas no noroeste do país. Em dezembro de 1985 foi declarada praga nacional (Decreto 820/985, Montevideu 23/12/85) (PLA, 1993).

Na Argentina, em 1985/86, foi registrado o ataque da vespa-da-madeira em Gualeguaychú, Província de Entre Rios, em plantações de *P. taeda* e *P. elliottii*, de 19 anos de idade. No entanto, provavelmente devido a condições climáticas desfavoráveis, não ocorreu o seu estabelecimento (ECHEVERRIA, 1986; SANCHEZ, 1993).

No Brasil, o ataque de *S. noctilio* foi constatado, em fevereiro de 1988, em um povoamento de *P. taeda* nos municípios de Gramado, Canela e São Francisco de Paula, RS. Este foi o primeiro registro desse inseto no Brasil, que, provavelmente, foi introduzido de modo acidental no País (IEDE et al., 1988).

Observa-se que a evolução da praga na região Sul do Brasil está se dando de maneira mais rápida do que ocorreu na Austrália (BEDDING, 1989; MENDES, 1992). Atualmente, *S. noctilio* está presente em cerca de 50 municípios dos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, com uma área atacada de aproximadamente 200.000 ha. Em agosto de 1994, esta praga foi detectada, em árvores-armadilha, no município de Palmas, estado do Paraná (IEDE¹ 1994, comunicação pessoal).

Em função do risco que *S. noctilio* representa ao patrimônio florestal de *Pinus* spp.. no país, em 1989 foi criado o Programa Nacional de Controle à Vespa-da-madeira (PNCVM), instituído pelo Ministério da Agricultura, Abastecimento e Reforma Agrária (MAARA) através da portaria 031/89, de 22 de fevereiro de 1989, cujo objetivo principal é determinar medidas de controle da praga. Em julho de 1989 foi instituído o Fundo Nacional de Controle à Vespa-da-Madeira (FUNCEMA), cuja finalidade principal é dar suporte financeiro para o desenvolvimento deste programa (IEDE et al., 1989 e 1993; QUADROS, 1993).

¹ IEDE, E.T. - Pesquisador CNPFlorestas/EMBRAPA

2.4 BREVE DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DE *Sirex noctilio*

O inseto adulto de *S. noctilio* possui tamanho variável, com o comprimento do corpo variando de 9 a 36 mm, com um espinho supra-anal. A fêmea é azul-metálica (exceto as pernas que são castanhas) e possui um longo ovipositor, protegido por uma bainha, que é recolhido para trás quando não está em uso. Nos machos os segmentos medianos do abdome (do 3º ao 7º) e os dois primeiros pares de pernas são castanhos, sendo que as pernas posteriores são engrossadas e quase totalmente pretas (FURNISS e CAROLIN, 1977; ZONDAG e NUTTALL, 1977; NEUMANN e MINKO, 1981; CONSERVATION FOREST & LANDS, 1988; ELDRIDGE e TAYLOR, 1989).

Os ovos são brancos, elípticos e lisos. As larvas são cilíndricas, de coloração esbranquiçada, com três pares de pernas torácicas vestigiais, mandíbulas denteadas, fortemente pigmentadas e um espinho supra-anal. A fêmea pode ser reconhecida pela presença de órgãos hipopleurais (que carregam esporos do fungo simbiote *Amylostereum areolatum* (Fries) Boidin) ao lado do corpo entre o primeiro e o segundo segmentos abdominais. Como estes são de difícil visualização, é mais fácil determinar o sexo das larvas examinando-se o esterno do nono segmento abdominal. Nos machos há três pequenos escleritos marrom-escuros, enquanto que nas fêmeas há somente dois (MORGAN, 1968, ZONDAG e NUTTALL, 1977, NEUMANN e MINKO, 1981; NEUMANN et al., 1987).

2.5 PERÍODO DE EMERGÊNCIA

Na Tasmânia, a maioria dos adultos emerge no final do verão e no início do outono, sendo que os machos começam a emergir antes que as fêmeas (TAYLOR, 1981). Na Nova Zelândia, de acordo com ZONDAG e NUTTALL (1977), os adultos emergem desde o início de dezembro até o final de abril, com uma maior concentração de indivíduos entre meados de janeiro a meados de março. Os machos, que normalmente começam a emergir poucos dias antes do que as fêmeas, podem ser vistos voando sobre o topo das árvores. NEUMANN et al. (1987) afirmam que a maioria dos adultos emerge na metade do verão, mas o padrão e a duração da emergência pode variar consideravelmente em diferentes climas. De acordo com a FOREST COMMISSION TASMANIA (1981), o período de emergência ocorre de dezembro a abril, com picos de janeiro a março.

No Brasil, CARVALHO (1992) e CARVALHO et al. (1993a) constataram - em estudos realizados nos municípios de São Francisco de Paula e Cambará do Sul, RS - um período de revoada de novembro a maio, com ocorrência de picos populacionais em abril, para insetos de ciclo curto, e dezembro, para insetos de ciclo anual. MENDES (1992) afirma que as épocas de revoada concentram-se nos períodos de outubro/novembro e fevereiro/março. BEDDING (1989) e IEDE et al. (1989) recomendam que a instalação de árvores-armadilha para a detecção de *S. noctilio* seja feita nos meses de agosto/setembro, ou seja, dois meses antes do início do período de revoada do inseto (novembro/fevereiro). Segundo IEDE¹, 1994 (comunicação pessoal) e SILVA (1995) o pico de revoada do inseto com ciclo anual ocorre da segunda quinzena de novembro à primeira quinzena de dezembro e o período de revoada pode prolongar-se até fevereiro. Há também um período, de março a maio, em que ocorre a emergência de insetos de ciclo curto ou ciclo de verão.

¹ IEDE, E.T. - Pesquisador CNPFlorestas/EMBRAPA

2.6 DANOS E SINTOMAS DE ATAQUE

As árvores suscetíveis ao ataque de *S. noctilio* geralmente têm mais de 12 anos de idade e apresentam-se estressadas. O inseto aumenta este estresse pela inoculação de um muco fitotóxico e esporos de um fungo simbiote, *A. areolatum*, no alburno durante a postura. Este fungo patogênico, que é também a fonte de nutrientes para larvas da vespa-da-madeira, seca a madeira e causa a sua podridão. Além disso, a qualidade da madeira é afetada pela atividade das larvas, que constroem galerias, e pela penetração de fungos secundários apodrecedores, via perfurações de postura, tornando a madeira imprópria para o mercado no período de um ano (MORGAN, 1968; COUTTS, 1969).

Os sintomas de ataque de *S. noctilio* aparecem inicialmente com o murchamento das acículas, seguido pelo amarelecimento destas que, gradualmente, tornam-se marron-avermelhadas e posteriormente caem. O ataque pode ser confirmado por respingos de resina na casca, devido às perfurações realizadas durante a postura (COUTTS, 1968; ZONDAG e NUTTALL, 1977; FOREST COMMISSION TASMANIA, 1981; CONSERVATION FORESTS & LANDS, 1988; ELDRIDGE e TAYLOR, 1989; MENDES, 1992).

O amarelecimento da copa pode iniciar-se 20 a 30 dias após a postura. Esta clorose ocorre gradativamente na copa e a planta vai secando conforme a intensidade do ataque (COUTTS, 1969). No alburno, observa-se linhas estreitas de coloração marron-acizentadas causadas pelo fungo, além dos orifícios de postura com aproximadamente 0,14 mm de diâmetro (NEUMANN e MINKO, 1981). A presença de galerias larvais e orifícios de saída de adultos são também sintomas que servem ao diagnóstico do ataque de *S. noctilio*. (ZONDAG e NUTTALL, 1977; NEUMANN e MINKO, 1981; IEDE et al., 1988).

2.7 DISTRIBUIÇÃO DE *Sirex noctilio* AO LONGO DO TRONCO

IEDE et al. (1988) verificaram que a maioria das larvas distribui-se da metade do tronco para cima. MENDES (1992) afirma que a vespa-da-madeira concentra-se, principalmente, no terço médio da árvore, ocorrendo em outras partes do tronco em menor quantidade. Segundo PENTEADO et al. (1994), toretes do estrato médio do tronco apresentam um grau de infestação semelhante à média dos três estratos (inferior, médio e superior), sendo, portanto, representativos para efeito de amostragem.

HAUGEN e UNDERDOWN (1993), avaliaram o parasitismo de *D. siricidicola* em adultos de *S. noctilio*, usando como amostra um torete de 3 metros, que foi retirado da secção mediana de cada árvore de *P. radiata*. A média de emergência de adultos de *S. noctilio* foi de 32,5 indivíduos por torete, com um parasitismo médio de 46 % em toretes onde não foram aplicados nematóides. Dos toretes de 55 árvores selecionadas para a avaliação, 21 deles tiveram mais do que 25 % dos insetos parasitados por *D. siricidicola*.

2.8 MEDIDAS DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE *Sirex noctilio*

A utilização de inseticidas para o controle da vespa-da-madeira não é indicada, pois mataria grande parte da fauna entomológica, incluindo os inimigos naturais da praga. Além disto, os custos da aplicação de inseticidas tornariam os plantios comerciais economicamente inviáveis (HORWOOD et al., 1970).

CUMMING et al. (1952) citado por MORGAN (1968), sugeriram que o controle de *S. noctilio* pode ser alcançado através de medidas silviculturais adequadas, em harmonia com fatores climáticos, edáficos e bióticos.

O risco de infestação da vespa-da-madeira pode ser minimizado por um manejo silvicultural concentrado na manutenção do estado sanitário e no vigor das árvores (MADDEN, 1975; CONSERVATION FORESTS & LANDS, 1989; ELDRIDGE e TAYLOR, 1989).

Na Austrália as plantações suscetíveis têm geralmente de 10 a 25 anos, sendo que as não desbastadas são mais atacadas. Árvores sob condições de estresse ou danificadas - pelo vento, fogo ou durante as operações de poda e desbaste - parecem ser mais suscetíveis ao ataque (HAUGEN et al., 1990 e NATIONAL SIREX CO-ORDINATION COMMITTEE, 1991).

De acordo com ZONDAG e NUTTALL (1977) as árvores mais suscetíveis são aquelas que foram estressadas por fatores ambientais, tais como seca prolongada ou alta densidade de plantio.

Conseqüentemente, medidas preventivas de controle devem ser adotadas, tais como: adoção de medidas de monitoramento dos plantios e aplicação de práticas silviculturais, incluindo o desbaste seletivo, com a remoção das árvores danificadas, doentes e bifurcadas, além da proteção contra fogo, pragas e doenças que poderiam estressar as plantas (NEUMANN et al., 1987; NATIONAL SIREX CO-ORDINATION COMMITTEE, 1991).

Dentre as medidas de controle destaca-se o controle biológico através do uso de parasitóides e do nematóide *D. siricidicola*, o agente de controle mais efetivo (ZONDAG e NUTTALL, 1977; IEDE et al., 1989; NATIONAL SIREX CO-ORDINATION COMMITTEE, 1991). É recomendada também a adoção de medidas quarentenárias e o monitoramento - por levantamentos aéreos e, principalmente, através do uso de árvores-armadilha (BEDDING, 1989; NATIONAL SIREX CO-ORDINATION COMMITTEE, 1991).

2.8.1 Controle biológico

NEUMANN e MOREY (1984) verificaram que o controle biológico de *S. noctilio*, no noroeste de Vitória, dependia principalmente da supressão da capacidade reprodutiva deste inseto pelo nematóide *D. siricidicola*. Observaram em plantações altamente suscetíveis, não desbastadas e de idade intermediária, que isto pode ser alcançado mantendo-se, por um período de no mínimo dois anos, um sistema de árvores-armadilha. Estas são estressadas com um herbicida e devem ser localizadas estrategicamente na plantação para a posterior aplicação de nematóides e liberação de parasitóides.

O nematóide *D. siricidicola* possui dois ciclos de vida, um parasítico (no interior do corpo do inseto) e outro de vida livre, no qual alimenta-se do fungo simbiote *A. areolatum*. O ciclo de vida livre permite a criação massal do nematóide por sucessivas gerações, em placas Petri contendo culturas do fungo *A. areolatum* (BEDDING, 1967 e 1972; BEDDING e AKHURST, 1974).

No Brasil, o CNPFlorestas/EMBRAPA produz esses nematóides que são enviados para as Associações de Reflorestadores em forma de doses de 20 ml (cerca de 1.000.000 de nematóides, suficiente para aplicar em 10 árvores, em média), para serem, posteriormente, distribuídas aos proprietários de plantios atacados pela vespa-da-madeira. Para a aplicação, prepara-se uma solução de gelatina a aproximadamente 10 % onde são adicionadas as doses de nematóides (inóculo). A aplicação dos inóculos se faz em árvores recentemente atacadas pela vespa-da-madeira. As árvores são derrubadas e desganhadas com o auxílio de uma motosserra. Usando-se um martelo especial, com uma ponteira de aço (vasador), são feitos orifícios, nos quais é introduzido o inóculo (BEDDING, 1989; IEDE et al., 1989).

Experiências bem sucedidas na Austrália atestaram que o controle biológico é o método mais eficaz e econômico para o combate a *S. noctilio*, principalmente, por tratar-se de praga exótica (IEDE et al., 1989). O nematóide *D. siricidicola*, o

agentes mais eficiente, pode atingir níveis de infestação próximos a 100 %, causando esterilidade nas fêmeas da vespa da madeira. Além deste, são utilizados como agentes de controle biológico os parasitóides *Ibalia leucospoides* (endoparasita), *Rhyssa persuasoria* e *Megarhyssa nortoni* (ectoparasitas) (BEDDING, 1972; BEDDING e AKHURST, 1974; NEUMANN, 1979; NUTTALL, 1980; HAUGEN et al., 1990; NATIONAL SIREX CO-ORDINATION COMMITTEE, 1991).

Dentre os parasitóides, *I. leucospoides* tem se destacado como o mais efetivo. Na Austrália foram obtidos índices de controle de 12 a 45 % (NEUMANN et al., 1987). Em 1984, *I. leucospoides* foi detectada no Uruguai, onde verificou-se um nível médio de parasitismo de 24 % (REBUFFO, 1990).

No Brasil está sendo utilizado o nematóide *D. siricidicola*, importado da Austrália e introduzido no Brasil em 1989/90, e o parasitóide *I. leucospoides* que foi introduzido, acidentalmente, junto com a praga e detectado pela primeira vez no Rio Grande do Sul em dezembro de 1989 (CARVALHO, 1993b; IEDE et al., 1993). O nível de parasitismo por *I. leucospoides*, verificado no Brasil, foi de 29,05 % para ciclo curto e 30,09 % para ciclo longo de *S. noctilio* (CARVALHO, 1992, 1993a).

2.8.2 Atratividade de árvores de *Pinus taeda* a *Sirex noctilio* e instalação de árvores-armadilha

Um dos métodos utilizados para o monitoramento de *S. noctilio* é a instalação de árvores-armadilha. Sabe-se que a atratividade deste inseto para as árvores de *Pinus* spp. é geralmente associada à sua condição de dominada (RAWLINGS, 1956, citado por MADDEN, 1971) e de debilitada (WICKMAN, 1964, citado por MADDEN, 1971; NEUMANN e MINKO, 1981).

As árvores inicialmente atacadas pela vespa-da-madeira são aquelas que apresentam um menor diâmetro e encontram-se na condição de dominadas, embora tenha-se constatado, também, o ataque em árvores dominantes (MADDEN, 1975).

A fêmea de *S. noctilio* é atraída - para árvores fisiologicamente estressadas - por substâncias que são liberadas do tronco, quando o suprimento de sólidos solúveis é limitado. A liberação desses atraentes, por árvores naturalmente atacadas, é limitada pela restauração do funcionamento normal do floema ou, em árvores suscetíveis, pela excessiva perda de umidade resultante da morte da árvore (MADDEN, 1968).

Árvores de *P. radiata* sadias, das quais pequenos pedaços da casca foram removidos, mostraram um curto período de atração a fêmeas de *S. noctilio*. Isto sugere a presença de um atraente na região do câmbio/floema de árvores sadias. Na tentativa de encontrar o atraente e avaliar as respostas de *S. noctilio* a árvores que foram debilitadas, MADDEN (1971) conduziu experimentos na Tasmânia durante três temporadas. Foram testados os seguintes tratamentos: derrubada, anelamento, poda (retirada de todos os galhos e acículas) e acondicionamento de fêmeas de *S. noctilio* em secções do tronco de árvores de *P. radiata* sadias. Árvores aneladas permaneceram atrativas por um período de tempo superior aos demais tratamentos (três a quatro meses), com alguma atratividade persistindo no ano seguinte. Com base neste trabalho, o autor concluiu que a duração do período de atratividade está, de um modo geral, associado com o conteúdo de umidade da árvore hospedeira.

NEUMANN e MINKO (1981) relataram que *S. noctilio* é normalmente atraído para árvores que são dominadas, estressadas pela seca, com deficiência nutricional ou que foram danificadas por outros insetos ou por patógenos.

MADDEN (1977), ao estudar as reações fisiológicas de árvores de *P. radiata* artificialmente danificadas e atacadas por *S. noctilio*, concluiu que distúrbios temporários na fisiologia normal de árvores hospedeiras produzem sítios de criação potencial da vespa-da-madeira. Segundo o autor, diferentes processos fisiológicos foram constatados, tais como, mudanças na translocação da seiva, na respiração, na pressão osmótica e no conteúdo de umidade. O decréscimo da translocação da seiva e o acréscimo das taxas de transpiração e de respiração do floema resultaram em mudanças na permeabilidade do tecido e aumentaram as taxas de liberação de

monoterpenos através da casca. A atratividade a *S. noctilio* foi relacionada a estas mudanças. Além disso, a baixa pressão osmótica do floema favoreceu a deposição de ovos. Os tratamentos testados - copa da árvore danificada, árvore desaciculada, anelamento e árvore derrubada - desencadearam mudanças imediatas nos processos fisiológicos da árvore. Os estômatos abrem-se e ocorre perda de água através das acículas com um conseqüente aumento na tensão osmótica de todo o sistema.

Tais mudanças produziram um decréscimo na translocação da seiva. A respiração das acículas eleva-se em 30 % e a condição de estresse inicial transferiu-se para a casca, causando aumento das taxas respiratórias. A duração e o grau das mudanças depende da intensidade do estressante inicial (ou do dano) e da condição fisiológica da árvore naquele momento. Assim, as árvores danificadas foram mais suscetíveis ao ataque que as não danificadas. As subdominantes foram mais propensas ao ataque que árvores dominantes (MADDEN, 1977). O autor discute, ainda, o fato da árvore hospedeira - que contem substâncias atrativas ao estímulo de *S. noctilio*, sob condições fisiológicas normais - liberar níveis de voláteis muito baixos. Sob condições de estresse, o estímulo pode ser obtido, já que o grau de liberação dessas substâncias eleva-se via aumento da permeabilidade do tecido da casca. Árvores que estão sob qualquer tipo de estresse liberam maior quantidade de vapor d'água, gases da respiração e voláteis ao meio-ambiente. A quantidade dessas substâncias está relacionada ao grau e duração do estresse, que por sua vez está relacionado ao estado fisiológico da árvore. O autor concluiu que os padrões de atratividade de *P. radiata* à *S. noctilio* resultam da liberação simultânea de vapor d'água e voláteis atrativos através da casca, e que o grau de liberação destas substâncias depende da permeabilidade da casca, sendo que o período de duração do ataque de *S. noctilio* está relacionado com o grau de estresse da árvore hospedeira.

Segundo SIMPSON e McQUILKIN (1976) a atratividade de árvores derrubadas a *S. noctilio* deve-se a um ou mais dos seguintes fatores: aumento da permeabilidade da casca aos voláteis; mudanças metabólicas, produzindo maior

quantidade de alguns componentes e de outros que não estão presentes sob condições normais. Para investigar a causa da variação na atratividade de *P. radiata* a *S. noctilio* observado no campo, foram identificados os voláteis emitidos de toretes e o estímulo causado por estes voláteis na atividade antenal de *S. noctilio*. Das substâncias voláteis não aquosas - liberadas de troncos de árvores de *P. radiata* recentemente derrubadas - 95 % são compostas por onze distintos hidrocarbonetos de monoterpenos. Os 5 % restantes são compostos por cetonas e pelo álcool traspinocarveol. Nesta lista, os vapores de cetonas, do álcool e de alguns monoterpenos (β -pineno, 3-careno, mirceno e β -felandreno) foram os que propiciaram as mais fortes respostas em antenas de fêmeas de *S. noctilio*.

COUTTS (1969), COUTTS e DOLEZAL (1966), MADDEN (1968, 1971, 1974, 1977) e TITZE e MUCHA (1965) citados por NEUMANN e MINKO (1981) verificaram que as árvores de *P. radiata* tornam-se suscetíveis ao ataque de *S. noctilio* quando são danificadas e/ou são fisiologicamente estressadas por fatores, tais como vento, granizo, relâmpagos, seca prolongada e competição excessiva. Árvores suscetíveis são usualmente caracterizadas por: baixo grau de mitose no câmbio - porém taxas de respiração e transpiração acima da média; alta tensão de água no sistema vascular - associado com baixo turgor de células e pressão de resina na madeira; floema nutricionalmente privado de nutrientes - parcialmente desidratado - com baixa pressão osmótica da seiva; e permeabilidade da casca acima da média associada com altas taxas de liberação de atraentes voláteis. NEUMANN e MINKO (1981), ao citar COUTTS (1969), FONG e CROWDEN (1973) e SPRADBERRY (1973), observam que as condições de estresse são reforçadas quando fêmeas de *S. noctilio* injetam o muco tóxico na região do câmbio/floema. Este muco é translocado para as folhas, onde desencadeia reações adversas complexas na árvore como: interrupção da mitose e conseqüentemente do crescimento; aumento da atividade enzimática associado à conversão das reservas de amido foliar em açúcares solúveis; aumento da atividade respiratória, que resulta no rápido esgotamento nos níveis de açúcar solúvel; e queda

das taxas de clorofila, seguida por um colapso nos tecidos vasculares, causando clorose, murchamento e queda prematura de acículas.

MADDEN (1974), ao estudar o processo de oviposição de *S. noctilio* verificou que a perfuração inicial é exploratória, constatando uma variação na frequência de ovos colocados em diferentes tipos de perfurações. Observou, também, que uma única perfuração pode ocorrer quando a pressão osmótica do floema é muito alta, condição esta que prejudica o desenvolvimento dos ovos e larvas. Por outro lado, quando esta pressão é baixa, podem ocorrer perfurações múltiplas (até cinco foram encontradas), indicando que a frequência de ovos depositados depende das condições fisiológicas da árvore.

Segundo MADDEN e IRVINE (1971), a atratividade de uma árvore de *Pinus* spp. a *S. noctilio* seria mais eficiente se fosse obtido um atraente adequado ou, se o ataque pudesse ser direcionado para árvores específicas.

MORGAN e STEWART (1972) afirmaram que as armadilhas não predispõem as árvores adjacentes ao ataque. Além disso, consideram que as árvores-armadilha estariam sujeitas a um melhor teste de eficiência em florestas onde a população da vespa-da-madeira fosse baixa, pois anularia a intensidade de competição por locais de postura, fato que se observa onde a vespa-da-madeira encontra-se em altos níveis populacionais.

Árvores-armadilha devem, portanto, ser estabelecidas para, primeiro, detectar *S. noctilio* quando esta estiver em baixos níveis populacionais; segundo, para proporcionar, de maneira eficiente, pontos de aplicação de nematóides, onde a infestação da praga esteja ainda baixa; terceiro, para proporcionar, locais para a liberação precoce de insetos parasitóides (BEDDING, 1989; IEDE et al., 1988 e 1989; NATIONAL SIREX CO-ORDINATION COMMITTEE, 1991).

A manutenção de um sistema de árvores-armadilha pode aumentar, significativamente, a eficácia do controle biológico da vespa-da-madeira (NEUMANN e MOREY, 1984; HAUGEN e UNDERDOWN, 1990).

Assim, a detecção nos estágios iniciais da colonização de *S. noctilio*, além de proporcionar pontos para liberação de agentes de controle biológico, permite a realização de desbastes antes que a praga atinja níveis de dano. O objetivo é a detecção da vespa-da-madeira em uma localidade antes que a mortalidade anual de árvores atinja 0,1 % devido ao ataque da praga (HAUGEN et al., 1990).

A escolha dos métodos de detecção, bem como a intensidade de aplicação destes métodos, deve basear-se no risco de introdução ou de dispersão de *S. noctilio* em cada região. Se a presença do inseto está a mais de 200 Km, a vigilância florestal é a técnica mais apropriada. Porém, se está a menos de 100 Km de distância, árvores-armadilha devem, também, ser utilizadas. Todavia, assim que *S. noctilio* for detectada na região, o número de grupos de árvores-armadilha deve ser aumentado e os mesmos devem ser instalados em plantações suscetíveis, próximo a serrarias, nas principais rotas de transporte de madeira e nas bordas de dispersão natural da praga. Após a detecção, os grupos de árvores-armadilha devem ser instalados, anualmente, para aplicação de *D. siricidicola*. Após o estabelecimento dos agentes de controle biológico na região e do declínio da população de *S. noctilio*, os grupos de árvores-armadilha devem ser instalados para monitorar a presença da praga e de seus inimigos naturais (HAUGEN et al., 1990).

Segundo recomendações do CNPFLORESTAS/EMBRAPA (1989), árvores-armadilha devem ser instaladas em grupos de cinco árvores. A distância entre grupos varia de acordo com a presença da praga, sendo: onde *S. noctilio* está presente, bem como em áreas distantes em até 10 Km do foco, a cada 500 m; a uma distância de 11 a 50 Km do foco, a cada 1.000 m; e acima de 50 Km do foco, a cada 10 Km, principalmente nas áreas de fronteira. Recomenda, ainda, que os grupos sejam instalados em locais de fácil acesso, procurando cobrir toda a área do reflorestamento.

Para que uma árvore funcione como armadilha, é necessário que a mesma seja estressada, a fim de torná-la mais atrativa ao ataque de *S. noctilio*. Isto pode ser obtido através de diferentes técnicas, sobressaindo-se o anelamento das plantas (MADDEN e IRVINE, 1971) e a utilização de herbicidas (MINKO, 1981; NEUMANN et al., 1987; NATIONAL SIREX CO-ORDINATION COMMITTEE, 1991; CARVALHO, 1992, CARVALHO et al. 1993b).

2.8.2.1 Anelamento

Esta técnica consiste na retirada de um anel profundo de casca, de aproximadamente 5 cm de largura ao redor do tronco, atingindo o alburno, a 5,5 m de altura. Árvores de *P. radiata* assim tratadas, tornaram-se suscetíveis ao ataque de *S. noctilio*, abaixo da faixa anelada, durante 1 ou 2 anos após o tratamento (MADDEN e IRVINE, 1971).

O anelamento priva o floema de sólidos solúveis, incluindo fotossintéticos e auxina, e da água que faz o transporte destes. Não obstante, ainda permite, por determinado período, a entrada de água pela raiz e sua passagem ao xilema e floema. Isto poderia resultar em um xilema bem hidratado e o floema tornar-se-ia parcialmente dessecado e sem nutrientes. Sob estas condições as árvores tornam-se atrativas após um determinado período - nove a 12 dias após o tratamento - porém permanecem assim por vários meses. Árvores aneladas - que não foram atacadas ou, que sobreviveram ao ataque no período de emergência de *S. noctilio*, para o qual haviam sido aneladas, tornaram-se atrativas somente no período seguinte, dez meses após o anelamento. O resultado obtido neste tratamento tem valor prático considerável, ao permitir um método que indique a presença de *S. noctilio* no campo. Esta técnica possibilita concentrar a população de *S. noctilio* em determinada área, já que o período de duração de ataque da praga está relacionado com o grau de estresse das árvores (MADDEN, 1971).

A instalação de árvores-armadilha através deste método não requer a utilização de árvores fortes ou dominantes. MADDEN e IRVINE (1971) constataram que a utilização de árvores fracas ou dominadas não diminuem a eficiência da técnica.

MADDEN e IRVINE (1971) comprovaram a eficácia do uso desta técnica em uma plantação em Vitória, Austrália. Foram aneladas 55 árvores, de um total de 12.000. Das árvores tratadas, 42 (76 %), apresentaram-se atacadas, e, das 11.948 restantes (não aneladas), somente em 90 árvores (menos de 1%) foi constatada a presença da vespa-da-madeira. Esses autores realizaram anelamentos em plantas de *P. radiata* entre 4,9 e 6,1 metros de altura, pela remoção de cinco centímetros de tecido do floema, justamente abaixo dos ramos remanescentes. A secção abaixo do anelamento tornou-se atrativa ao ataque do inseto cerca de dez a 12 dias após a poda e o anelamento. Inicialmente, a secção acima do anel não foi preferida pelo inseto e resistiu ao efeito letal do ataque por algum tempo. A retenção do topo da copa verde possibilitou à parte inferior manter-se atrativa por períodos de tempo variados - cinco a 11 semanas, durante o período de revoada -. Este período foi significativamente maior que o período de duas a quatro semanas, durante o qual as árvores permaneceram atrativas sob condições de ataque natural. Os resultados permitiram a recomendação da utilização deste método como um procedimento operacional para detecção de *S. noctilio* em Vitória e na Tasmânia. As árvores assim tratadas devem ser instaladas em novembro, imediatamente antes da emergência da praga, que ocorre em dezembro.

Apesar de apresentar bons resultados, este método é lento, por ser extremamente trabalhoso e, conseqüentemente, de custo elevado. Além disso, o espaço do tronco, abaixo da faixa anelada, é pequeno, permitindo que apenas poucos indivíduos consigam se desenvolver (NEUMANN et. al., 1982).

No Brasil, em 1989, foram instalados grupos de árvores-armadilha - como medida operacional - nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, utilizando-se a técnica do anelamento. Contudo, esta não se mostrou eficiente, visto que, na maioria

dos casos, houve recuperação do dano causado pelo anelamento (IEDE¹, 1993 - comunicação pessoal).

2.8.2.2 Estressamento com herbicida

A técnica de estressamento com herbicida consiste na injeção de herbicida no interior do tronco das árvores de *Pinus*, a fim de torná-las suscetíveis ao ataque de *S. noctilio*.

MINKO (1981) ao testar diferentes herbicidas, com a finalidade de realizar um desbaste não comercial em áreas com baixa densidade populacional da vespa-da-madeira, observou a ocorrência de larvas do inseto em muitas das árvores tratadas. Desta forma, para verificar a eficiência da aplicação de herbicidas no estressamento de árvores, a fim de torná-las suscetíveis ao ataque de *S. noctilio*, possibilitando a detecção precoce da praga, o autor testou os seguintes herbicidas: Picloran + 2.4-D, Dicamba; 2.4-D, Glyphosate, 2.4.5-T e MCPA. Foram aplicados 1 ml de solução do produto químico a cada 10 cm do diâmetro do tronco, na base da árvore. O herbicida dicamba (BANVEL[®] 200) foi considerado ideal para a instalação de árvores-armadilha, devido à sua ação lenta, permitindo, com isso, um maior período de suscetibilidade.

NEUMANN et al. (1982) constataram que a injeção basal de 1 ml do herbicida dicamba a 20 % de ingrediente ativo, a cada 10 cm da circunferência do tronco, em árvores *P. radiata* com oito e com 15 anos de idade, proporcionou uma alta incidência de *S. noctilio* nas árvores tratadas. As árvores próximas, não tratadas, mesmo que algumas fossem dominadas, não foram atacadas. Árvores com 15 anos de idade foram as mais suscetíveis ao tratamento, com 75,6 % de árvores atacadas contra 54,6 % para árvores com oito anos de idade. O alto índice de emergência de fêmeas de *S. noctilio*, tanto férteis, quanto infectadas pelo nematóide, nas árvores tratadas pelo dicamba, indica que as árvores fornecem habitats ideais para *S. noctilio* e seus inimigos naturais.

¹ IEDE, E.T. - Pesquisador CNPFFlorestas/EMBRAPA

Os autores sugeriram que as árvores emitiram voláteis - provavelmente liberados pelo escorrimento de resina, visível na superfície da casca de troncos de árvores injetadas com o herbicida - que atraíram estes indivíduos de áreas localizadas a vários quilômetros de distância.

O NATIONAL SIREX CO-ORDINATION COMMITTEE (1991) recomendou a instalação de árvores-armadilha no período de seis a oito semanas antes da emergência da vespa-da-madeira, através da utilização do herbicida dicamba a 20 % de ingrediente ativo - injetando-se 2 ml a cada 10 cm de circunferência do tronco, aproximadamente a 1 m de altura do solo.

ZIMMERMAN e CRANSHAW (1990), em trabalho sobre a compatibilidade de nematóides entomógenos com soluções aquosas de pesticidas constataram que o herbicida dicamba, nas concentrações de 3,2; 16; 80; 400; 2.000 e 10.000 ppm, não apresentou efeito de toxicidade a *Neoaplectana carpocapsae*, *N. bibionis* e *Heterorhabditis* sp.

Segundo NEUMANN et al. (1982), o estressamento de árvores de *P. radiata*, através da utilização do herbicida dicamba, é mais eficiente que o anelamento devido a sua ação gradual, além da árvore inteira tornar-se suscetível, enquanto que, árvores aneladas tornam-se suscetíveis somente na região abaixo da parte anelada.

CARVALHO (1992) e CARVALHO et al. (1993b), testaram a eficiência dos herbicidas dicamba, Tordon e U-46 combinados a diferentes épocas de aplicação (junho a dezembro de 1989), no estressamento de árvores de *P. taeda*, visando torná-las atrativas a *S. noctilio*. Os ensaios de eficiência foram instalados em São Francisco de Paula e Cambará do Sul, RS, em povoamentos de *P. taeda* com 18 e 14 anos de idade, respectivamente. No primeiro local, o povoamento não foi manejado e o nível de ataque era de 27,12 %. No segundo, o povoamento era manejado e ainda não havia sido registrada a presença da vespa-da-madeira. Em ambos, o herbicida dicamba - a 20 %, na dose de 1,5 ml por orifício, a cada 10 cm de circunferência do tronco, à altura de

30 cm do solo - foi mais eficiente para induzir a morte das árvores. As árvores-armadilha mais atrativas foram as instaladas nos meses de setembro e outubro, para o povoamento com maior incidência de *S. noctilio* e, no plantio mais jovem e bem manejado, julho e agosto.

Segundo MENDES et al. (1993), as árvores-armadilha têm sido utilizadas para o monitoramento da vespa-da-madeira no Estado de Santa Catarina. As árvores são instaladas nos meses de agosto e setembro, dois meses antes da ocorrência dos picos de emergência de *S. noctilio* e são revisadas anualmente - de fevereiro a agosto do ano seguinte à instalação - para verificar a presença do ataque do inseto. Entre os meses de agosto e setembro de 1989, foram instalados 31 grupos de árvores-armadilha na fronteira com o Rio Grande do Sul - aproximadamente um grupo a cada 10 Km - , para detecção precoce do inseto. Cada grupo constituiu-se de cinco árvores, estressadas com o herbicida BANVEL® 480, aplicado segundo recomendações do CNPFLORESTAS/EMBRAPA, 1989. Em 21 de dezembro de 1989, durante realização da vistoria, foi detectada, pela primeira vez, a ocorrência de *S. noctilio*, no Estado de Santa Catarina, na localidade de Coxilha Rica, município de Lages. Segundo os autores, o registro da presença do inseto no Estado e a confirmação da eficiência da instalação de grupos de árvores-armadilha para detecção precoce da praga levaram à instalação destes grupos em todo o Estado. Assim, foram instalados 912 grupos em 1990, 1687 grupos em 1991 e 1800 em 1992. Praticamente todas as novas detecções, em diferentes municípios, foram feitas em árvores-armadilha.

2.8.3 Amostragem seqüencial para determinação de níveis de ataque de *Sirex noctilio*

PENTEADO et al. (1993) desenvolveram uma técnica de amostragem para definir os níveis de danos de *S. noctilio* em povoamentos de *P. taeda*. Nessa técnica, a amostra não tem tamanho fixo, sendo dimensionada em função dos resultados obtidos à medida em que a amostragem vai sendo realizada. Utilizando-se tabelas elaboradas para intervalos de confiança de 90 (Apêndice 1) ou de 95 % - que levam em consideração o grau de precisão - pode-se verificar, a nível de campo, se o número de árvores amostradas é suficiente, ou se a amostragem deve continuar sendo realizada, até se conseguir a precisão desejada. Se o número de árvores atacadas da amostra for igual ou superior ao da tabela padrão, anota-se na coluna da direita e considera-se a amostra completada. Se este número for inferior, continua-se amostrando mais árvores até que o número da tabela padrão seja atingido.

2.9 CARACTERÍSTICAS DO HERBICIDA DICAMBA

Esse herbicida pertence ao grupo dos diclorobenzóicos, cuja absorção se dá por via foliar e radicular. Nas folhas, a absorção faz-se através dos estômatos, e a translocação é feita através do xilema e floema. O dicamba provoca interrupção das atividades metabólicas e de crescimento, atuando de forma semelhante às auxinas. É estável até a temperatura de 100 °C (FREAR, 1976; ALMEIDA e RODRIGUES, 1985).

Segundo dados fornecidos pelo fabricante, SANDOZ S.A., constantes na bula do produto, o dicamba (BANVEL® 480) é um herbicida seletivo sistêmico, cuja composição química é o Sal de dimetilamina do ácido 3,6-dicloro-0-anísico, com equivalente ácido de 480 gramas/litro, formulado sob solução aquosa concentrada. O produto pertence a classe toxicológica III, sendo obrigatório, durante o seu manuseio, o uso de equipamentos de segurança individual (macacão de PVC, luvas, botas de borracha, chapéu impermeável de abas largas, óculos protetores e máscaras contra eventuais vapores). O período de carência para as culturas alimentares em que o herbicida está registrado (trigo e arroz) é de 100 dias.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 EXPERIMENTO I - EFEITO DE DIFERENTES DOSES E MÉTODOS DE APLICAÇÃO DO HERBICIDA DICAMBA NO ESTRESSAMENTO DE ÁRVORES DE *Pinus taeda* PARA ATRAÇÃO DE *Sirex noctilio*

3.1.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi instalado em 30 de setembro de 1993, nos talhões 4 e 6a, na Fazenda Cerro Pelado IV (figura 1), de propriedade da Empresa Papel e Celulose Catarinense S.A, situada no município de São José do Cerrito, Estado de Santa Catarina, com coordenadas geográficas de 27° 42' S, 50° 27' W e altitude de 990 m. O povoamento de *P. taeda* estava com 13 anos de idade, espaçamento 2 x 2 m, sem desbaste (figura 2) e a média de diâmetro à altura do peito (DAP) e da altura das árvores foram, respectivamente, de 20,84 cm e 18,76 m.

A região, segundo dados fornecidos pela empresa, apresenta média de temperatura anual de 17,8 °C, média do mês mais quente de 24,5 °C e média do mês mais frio de 10,9 °C. A precipitação média anual é de 1465 mm e a umidade relativa é de 76,4 %.

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DOS TALHÕES 4 E 6A E DISPOSIÇÃO DOS BLOCOS DO EXPERIMENTO NA FAZENDA CERRO PELADO IV. SÃO JOSÉ DO CERRITO, SC, 1993/94.

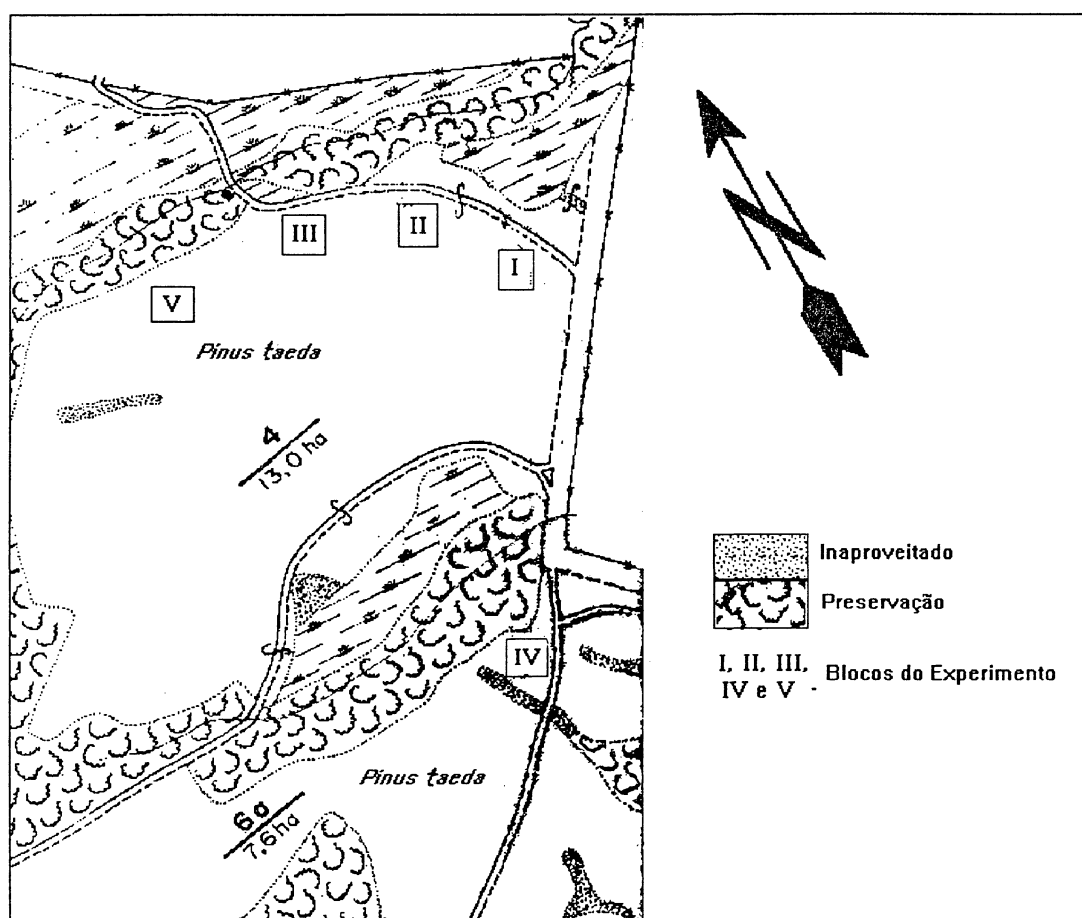


FIGURA 2 - VISTA PARCIAL DO POVOAMENTO DE *Pinus taeda* NA FAZENDA CERRO PELADO IV. SÃO JOSÉ DO CERRITO, SC, 1993/94.



3.1.2 Delineamento experimental

Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, com seis tratamentos e cinco repetições, sendo cada repetição composta por um agrupamento de cinco árvores. Foram testados quatro tratamentos com o herbicida dicamba, na concentração de 20 % do ingrediente ativo (i. a.), além do anelamento e da testemunha:

T₁ - 1 ml na base do tronco;

T₂ - 1 ml a 1 m de altura do solo;

T₃ - 2 ml na base do tronco;

T₄ - 2 ml a 1 m de altura do solo;

T₅ - Anelamento a 5,5 m de altura, retirando-se uma faixa de 5 cm de largura da casca;

T₆ - Testemunha.

3.1.3 Seleção das árvores-armadilha e disposição das parcelas no campo

Cada agrupamento de cinco árvores foi instalado a partir da terceira árvore a contar da borda do povoamento, seguindo uma seqüência na linha. Foram selecionadas árvores sadias, com copa verde e ausência de respingos de resina ou orifícios de emergência de vespa-da-madeira no tronco. As parcelas ficaram separadas umas das outras por três linhas e cada bloco por 18 linhas de árvores *P. taeda*. Na figura 3 pode-se visualizar que cada planta foi marcada com tinta à óleo, na casca, quanto ao número do bloco e do tratamento.

FIGURA 3 - GRUPO DE ÁRVORES DE *Pinus taeda* COM APLICAÇÃO DO HERBICIDA DICAMBA. SÃO JOSÉ DO CERRITO, SC, 1993/94.



3.1.4 Época de aplicação do herbicida

A definição da época de aplicação do herbicida, 30 de setembro, foi feita com base nas recomendações de BEDDING (1989) e IEDE et al. (1989) e nos trabalhos de CARVALHO (1992) e CARVALHO et al. (1993b).

3.1.5 Modo de aplicação do herbicida

Para facilitar a aplicação do herbicida, foram retirados os ramos laterais da parte inferior da árvore. Com uma machadinha, foram feitos entalhes, num ângulo de aproximadamente 45°, espaçados a cada 10 cm ao longo da circunferência do tronco em árvores com DAP (diâmetro à altura do peito) de 10 a 30 cm. Para árvores com DAP maior que 30 cm os entalhes ficaram distanciados em 8 cm. Ao centro de cada abertura foi aplicado o herbicida - 1 ou 2 ml, conforme o tratamento - através de uma seringa marca Incopela®, utilizada para aplicação de vacinas em animais. Após a injeção do herbicida, foram tomadas as seguintes medidas para cada árvore: DAP, em centímetros, empregando-se para tanto uma Suta e da altura da árvore, em metros, através de um Ipsomêtro de Blume Leiss.

3.1.6 Anelamento

O anelamento foi realizado segundo a técnica descrita por MADDEN (1971). Assim, com auxílio de um facão, retirou-se a 5,5 m de altura e ao redor de todo o tronco, até atingir o alburno, uma faixa da casca com aproximadamente 5 cm de largura (figura 4). Os galhos abaixo de 5,5 m foram eliminados.

FIGURA 4 - ANELAMENTO EM ÁRVORE DE *Pinus taeda*. SÃO JOSÉ DO CERRITO, SC, 1993/94.



3.1.7 Avaliações do nível de estresse das árvores de *Pinus taeda*

As avaliações do nível de estresse foram realizadas entre os meses de setembro de 1993 e maio de 1994. Nestas avaliações, foram verificados o nível de estresse das árvores de *P. taeda* em relação à intensidade e o percentual de clorose na copa da planta.

Para avaliar a intensidade da clorose, utilizou-se uma escala de zero a oito, atribuindo-se a nota zero para árvores sem sintomas de clorose; de um a sete para os crescentes matizes do amarelo ao marron-avermelhado e oito para aquelas em que já havia se iniciado a queda de acículas, da seguinte forma:

- 0 = sem sintomas de clorose;
- 1 = amarelo;
- 2 = amarelo +;
- 3 = amarelo ++;
- 4 = castanho;
- 5 = castanho +;
- 6 = castanho ++;
- 7 = marron-avermelhado;
- 8 = marrom com queda de acículas.

Quanto ao percentual da clorose, foram atribuídos os seguintes valores:

- 0 = sem sintomas de clorose;
- 33 % = clorose no terço superior da copa;
- 66 % = clorose nos terços médio e superior da copa;
- 100 % = clorose em toda a copa.

3.1.8 Determinação do nível de ataque de *Sirex noctilio* no povoamento

Em junho de 1994, foi determinado o nível de ataque de *S. noctilio* nos talhões onde estavam alocados os experimentos, através da técnica de amostragem seqüencial elaborada por PENTEADO et al. (1993), utilizando-se tabela elaborada pelos autores (Apêndice 01) para amostragem seqüencial de *S. noctilio*, com base em intervalos de confiança com z a 90 %.

3.1.9 Avaliação do número de larvas de *Sirex noctilio* e do parasitismo por *Deladenus siricidicola* e *Ibalia leucospoides*

Em junho de 1994, as árvores foram derrubadas para que, através de galerias da vespa-da-madeira no interior do tronco, se pudesse confirmar a presença de larvas de *S. noctilio*. Baseado em IEDE et al. (1988), MENDES (1992) e PENTEADO et al. (1994), retirou-se um torete de 80 cm, do estrato médio, por árvore atacada. Os toretes foram conduzidos ao Laboratório de Entomologia do CNPFlorestas/EMBRAPA - Colombo/Paraná, onde foram seccionados em pedaços de cerca de 4 cm³ para a coleta da larvas de *S. noctilio* e de *I. leucospoides*, as quais foram fixadas em álcool 70 %, para posterior avaliação. As larvas de *S. noctilio* foram contadas e, após exame externo para verificar a presença de cicatrizes de penetração do nematóide *D. siricidicola* no tegumento, foram dissecadas sob lupa marca Micronal®, com aumento de 40 vezes, para detectar a presença de larvas de *I. leucospoides* no interior do seu corpo. As larvas de *I. leucospoides* foram apenas contadas. Foram avaliadas 1.361 larvas de *S. noctilio*.

3.1.10 Análise estatística

As variáveis percentual de clorose e intensidade de clorose na copa, que, combinadas através da técnica de componentes principais (RICHARD e WICHERN, 1987), deram origem a uma nova variável (Y_1), doravante denominada de nível de estresse.

Às variáveis percentual da clorose na copa, intensidade da clorose, Y_1 , foram acrescentadas duas outras, número de larvas de *S. noctilio* e percentual de parasitismo por *D. siricidicola*, para serem submetidas a análise de variância através do Teste F para contrastes ortogonais (Apêndices 2, 3, 4, 5 e 6, respectivamente).

3.2 EXPERIMENTO II - AVALIAÇÃO DO EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO HERBICIDA DICAMBA NO DESENVOLVIMENTO DO NEMATÓIDE *Deladenus siricidicola* E DO FUNGO *Amylostereum areolatum* EM LABORATÓRIO

Foram conduzidos, no Laboratório de Entomologia do CNPFlorestas/ EMBRAPA, dois testes para determinar o efeito de diferentes concentrações do dicamba (BANVEL® 480) no desenvolvimento do nematóide e do fungo. Para isso, procedeu-se ao preparo do meio de cultura B.D.A. (Ágar com Dextrose de Batata), na concentração de 1,6 % e de ágar puro na concentração de 1,2 %, autoclavado, durante 30 minutos, a 120 °C, e resfriado até 90 °C, já que o herbicida é estável até a temperatura de 100 °C. Nessa temperatura, em capela de fluxo laminar, modelo HFLS-12, marca Veco®, o herbicida dicamba foi incorporado ao meio de cultura, até se obter a concentração desejada para cada tratamento. Com auxílio de uma pipeta, foi espalhado 15 ml do meio de cultura em placas Petri estéreis, tipo descartáveis, de 10 cm de diâmetro. Nas bordas destas placas, com auxílio de uma alça de metal, foram colocados inóculos de aproximadamente 2 cm² do referido meio de cultura com o nematóide *D. siricidicola* ou com o fungo *A. areolatum*, provenientes da criação massal mantida no Laboratório de Entomologia do CNPFlorestas/EMBRAPA, para uso no Programa de Controle Biológico de *S. noctilio*. Estas placas foram mantidas em câmaras climatizadas, marca FANEN®, modelo 347 CD, com temperatura de 25 ± 1 °C.

Foi realizado um ensaio piloto, no qual testaram-se as concentrações de 5, 10, 15, 20 e 30 % de ingrediente ativo do herbicida dicamba.

3.2.1 Delineamento experimental:

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento, em cada um dos testes.

3.2.2 Teste 1 - Efeito de diferentes concentrações do herbicida dicamba no desenvolvimento do nematóide *Deladenus siricidicola*

Foram testados os seguintes tratamentos:

- T₁ - dicamba, na concentração de 5 % de i.a., em meio de cultura B.D.A.;
- T₂ - dicamba, na concentração de 2 % de i.a., em meio de cultura B.D.A.;
- T₃ - dicamba, na concentração de 0,4 % de i.a., em meio de cultura B.D.A.;
- T₄ - dicamba, na concentração de 0,2 % de i.a., em meio de cultura B.D.A.;
- T₅ - Testemunha: meio de cultura B.D.A. sem aplicação do herbicida.

3.2.3 Teste 2- Efeito de diferentes concentrações do herbicida dicamba no desenvolvimento do fungo *Amylostereum areolatum*

Foram testados os seguintes tratamentos:

- T₁ - dicamba, na concentração de 5 % de i.a., em meio de cultura B.D.A.;
- T₂ - dicamba, na concentração de 2 % de i.a., em meio de cultura B.D.A.;
- T₃ - dicamba, na concentração de 0,4 % de i.a., em meio de cultura B.D.A.;
- T₄ - dicamba, na concentração de 0,2 % de i.a., em meio de cultura B.D.A.;
- T₅ - Testemunha: meio de cultura B.D.A. sem aplicação do herbicida.

3.2.4 Avaliação

Para avaliar o efeito das diferentes concentrações do herbicida no desenvolvimento do nematóide *D. siricidicola* e do fungo *A. areolatum* mediu-se o crescimento da colônia, em milímetros, a partir da borda do inóculo em direção ao centro da placa, empregando-se para tal, uma régua milimetrada.

Nos testes 1 e 2, em que a repicagem dos inóculos foi efetuada em 18/01/1995, foram feitas avaliações nas seguintes datas: 23/01/1995; 25/01/1995; 27/01/1995; 30/01/1995; 03/02/1995.

3.2.5 Análise estatística

Os dados, obtidos na avaliação final, de 03 de fevereiro de 1995 (Apêndices 15 e 16) - quanto avaliação do desenvolvimento do fungo e do nematóide - foram estudados através de visualização gráfica.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EXPERIMENTO I - EFEITO DE DIFERENTES DOSES E MÉTODOS DE APLICAÇÃO DO HERBICIDA DICAMBA NO ESTRESSAMENTO DE ÁRVORES DE *Pinus taeda* PARA ATRAÇÃO DE *Sirex noctilio*

4.1.1 - Percentual de árvores-armadilha suscetíveis ao ataque de *Sirex noctilio* na área experimental

O percentual de árvores naturalmente atacadas, obtido através da técnica de amostragem seqüencial, conforme PENTEADO et al. (1993), no talhão 4 foi de 7 % (Apêndice 7) e de 6 % para o talhão 6a (Apêndice 8). De um total de 100 árvores tratadas com o herbicida - independente da dose ou forma de aplicação - 77 % foram atrativas a *S. noctilio*. Comparando-se estes percentuais, fica evidente que este tratamento torna as árvores mais atrativas do que as restantes do talhão. Pode-se, portanto, afirmar que a manutenção de um sistema de árvores-armadilha é eficiente quando o objetivo é concentrar a população de *S. noctilio* em pontos estratégicos em um povoamento de *Pinus taeda*. Tais resultados corroboram os de MORGAN e STEWART (1972), NEUMANN et al. (1982), NEUMANN e MOREY (1984), IEDE et al. (1988, 1989), BEDDING (1989), HAUGEN et al. (1990), e do NATIONAL SIREX CO-ORDINATION COMMITTEE (1991). Além disto, estes valores aproximam-se dos resultados obtidos por NEUMANN et al. (1982) que obteve - em um povoamento com 15 anos de idade - 75,6 % de ataque em árvores tratadas com 1 ml de dicamba a 20 %, quando este foi aplicado a cada 10 cm da circunferência do tronco - em árvores com DAP de 10 a 30 cm - e por MADDEN e IRVINE (1971) que obtiveram 76 % de ataque em árvores-armadilha tratadas com a técnica de anelamento.

As árvores em que foi instalado o experimento apresentavam-se com DAP médio de 20,84 cm e altura média de 18,76 m (Apêndices 9 e 10, respectivamente). Portanto, considerando-se a idade do povoamento, as árvores estavam em bom estado de desenvolvimento. Verificou-se, nos talhões onde foi instalado o experimento, que as plantas adjacentes - naturalmente estressadas (dominadas e com baixo vigor) - ou as que foram submetidas ao tratamento de anelamento - e que portanto estavam sob condições de estresse - em sua maioria não sofreu ataque da vespa-da-madeira. Estes dados confirmam MORGAN e STEWART (1972) e NEUMANN et al. (1982) que constataram que a instalação de árvores-armadilhas não predispõem as árvores adjacentes, não tratadas, ao ataque, mesmo que algumas estejam na condição de dominadas ou suprimidas.

4.1.2 Anelamento

A técnica de anelamento não se mostrou satisfatória, já que as árvores assim tratadas não apresentaram, visualmente, qualquer sintoma de estresse causado pelo tratamento ou sintomas de ataque da vespa-da-madeira durante as avaliações realizadas (Apêndices 11 e 12). Em função disto, optou-se, na avaliação final, realizada em julho de 1994 pela derrubada de somente 50 % das árvores e destas, nenhuma apresentou galerias no interior do tronco. A partir destes dados, conclui-se que o tratamento foi inócuo para atração do inseto. Não obstante, estes dados discordam de MADDEN e IRVINE (1971) que, em trabalho realizado em *P. radiata*, obtiveram 76 % de árvores com a presença do inseto, com a atratividade iniciando-se cerca de dez a 12 dias após o tratamento das árvores, permanecendo assim por um período de cinco a 11 semanas. Provavelmente, esta diferença na eficiência do tratamento entre as espécies de *P. taeda* e *P. radiata* seja devida a características morfológicas e fisiológicas inerentes a cada espécie.

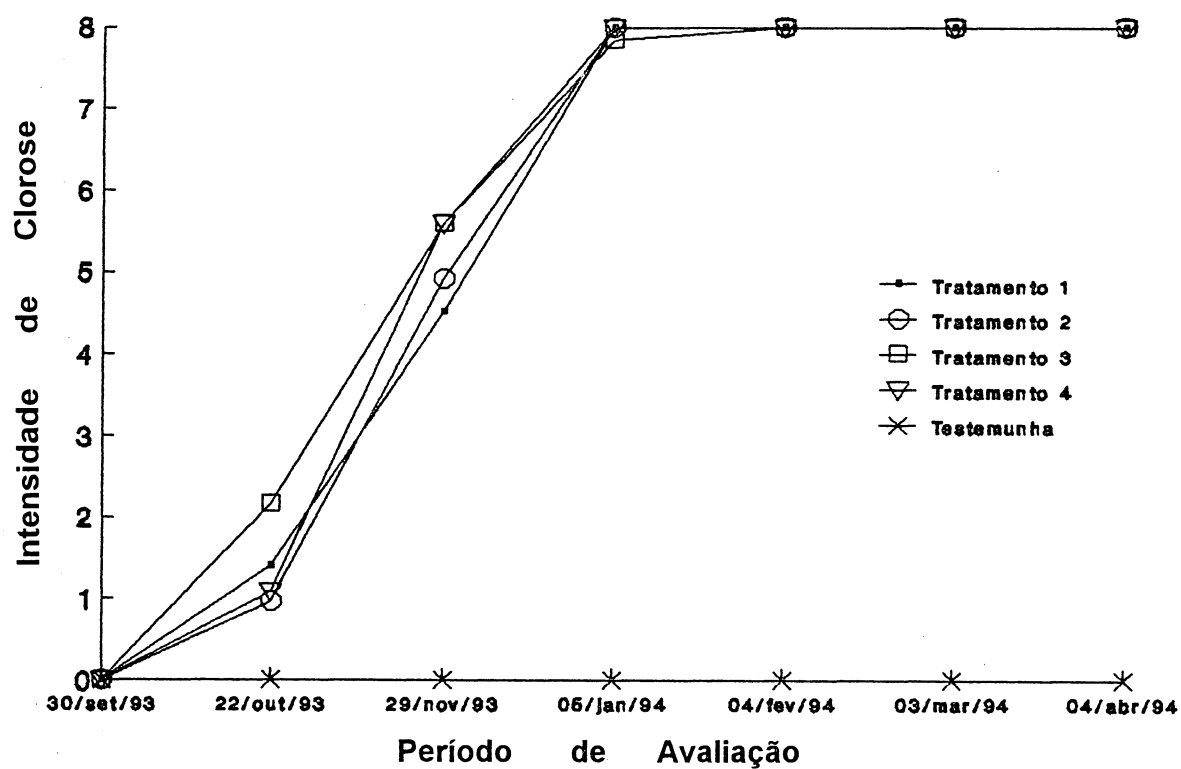
Os 50 % de árvores restantes foram deixados no campo, para serem avaliadas posteriormente ao próximo período de revoada de *S. noctilio* (1994/95). O objetivo deste procedimento foi verificar o período de atratibilidade das árvores que, segundo MADDEN (1971), permanecem vivas, mas suscetíveis ao inseto por um período de um a dois anos após o anelamento. O autor recomenda esta técnica para monitoramento de *S. noctilio* na Austrália. CARVALHO (1992) e CARVALHO et al. (1993b), ao testarem a eficiência dos herbicidas dicamba, Tordon e U-46 em *P. taeda* no estressamento de árvores de *P. taeda*, em plantios com 14 anos, no município de Cambará do Sul, RS, constataram que algumas árvores não foram atrativas na primeira revoada do inseto, mas sim na seguinte.

4.1.3 Efeito dos diferentes tratamentos com o herbicida dicamba no estressamento das árvores de *Pinus taeda*

O estado fitossanitário das árvores - avaliado em relação a intensidade de clorose e do percentual da clorose na copa (Apêndices 11 e 12, respectivamente) - está representado nas figuras 5 e 6, respectivamente. Observam-se diferenças entre os tratamentos, no período que compreende as avaliações de 22 de outubro a 29 de novembro. Pode-se concluir que instalação de árvores-armadilha para *S. noctilio* com dois meses que antecedem o período de revoada da praga permite um grau adequado de estressamento das árvores, concordando com as recomendações de BEDDING (1989), IEDE et al. (1989), CARVALHO (1992) e CARVALHO et al. (1993b).

Como os picos de emergência de *S. noctilio* ocorrem a partir da segunda quinzena de novembro na região de Lages, e também devido a importância do grau de estressamento da árvore-armadilha neste período, optou-se pela análise estatística das variáveis percentual e intensidade de clorose na copa, da árvore na avaliação de 29 de novembro de 1993.

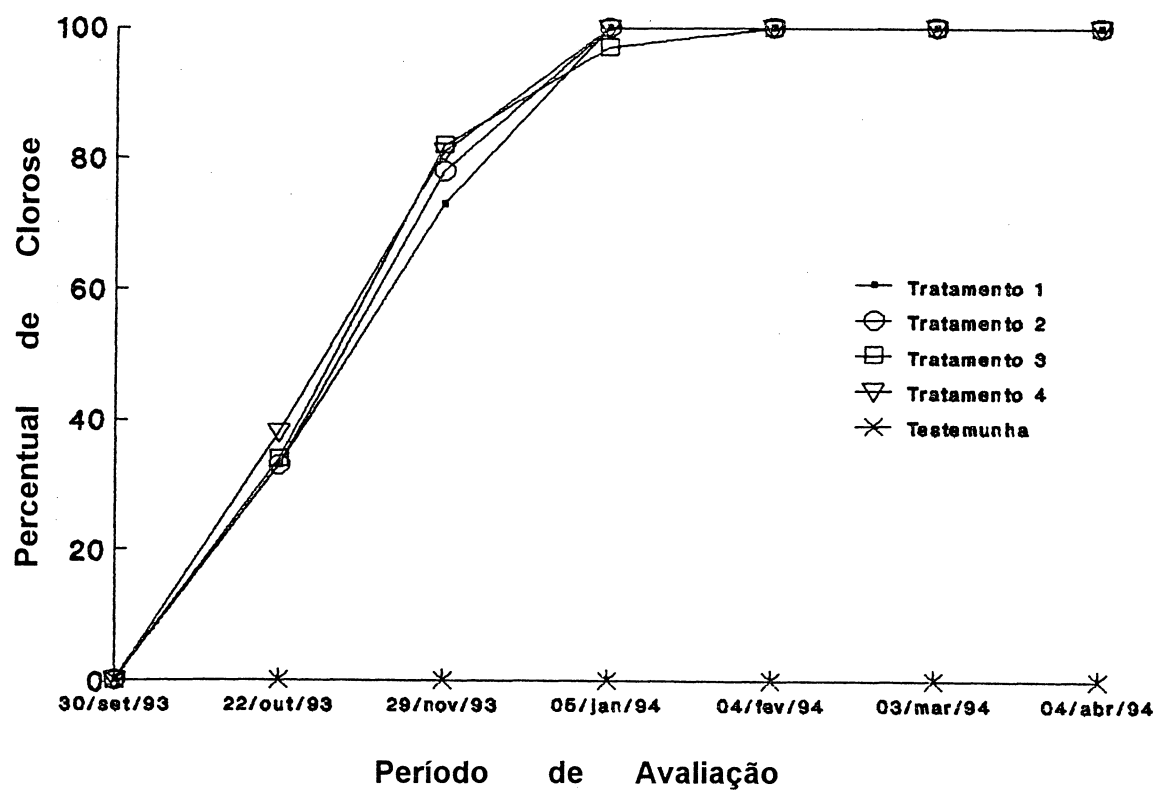
FIGURA 5 - INTENSIDADE DE CLOROSE (EM UMA ESCALA DE ZERO A OITO) EM PLANTAS DE *Pinus taeda*, PROVOCADA PELOS DIFERENTES TRATAMENTOS, DURANTE AS AVALIAÇÕES DO ESTADO FITOSANITÁRIO. SÃO JOSÉ DO CERRITO, SC, 1993/94.



Escala de valores utilizados:

- 0 = sem sintomas de clorose
- 1 = amarelo
- 2 = amarelo +
- 3 = amarelo ++
- 4 = castanho
- 5 = castanho +
- 6 = castanho ++
- 7 = marron-avermelhado
- 8 = marrom com queda de acículas

FIGURA 6 - PERCENTUAL DE CLOROSE (EM UMA ESCALA DE ZERO A OITO), EM PLANTAS DE *Pinus taeda*, PROVOCADO PELOS DIFERENTES TRATAMENTOS DURANTE AS AVALIAÇÕES DO ESTADO FITOSANITÁRIO. SÃO JOSÉ DO CERRITO, SC, 1993/94.



A equação obtida para a variável Y_1 (nível de estresse) foi a seguinte:

$$Y_1 = 0,2634 \cdot PC + 0,9646 \cdot IC$$

Onde PA = Porcentagem de clorose e IC = Intensidade de clorose.

Os valores obtidos nesta variável (Tabela 1) foram analisados através do teste F para contraste ortogonais entre médias, cujos valores encontram-se na tabela 2. Contrastando-se os tratamentos com 1 ml de Dicamba contra aqueles com 2 ml, ou seja, $(T_1 + T_2)$ vs $(T_3 + T_4)$, constatou-se diferenças significativas ao nível de 2,2 %. Portanto, pode-se afirmar, com 97,8 % de probabilidade, que a dose de 2 ml do herbicida, possibilita um nível de estresse superior a de 1 ml.

Verificou-se que os valores de F para contraste entre os tratamentos T_1 vs T_2 e T_3 vs T_4 (aplicação na base com aplicação a 1 m de altura do tronco), são superiores a 50 % quanto ao nível de estresse das plantas -variável Y_1 (Tabela 2), portanto, a forma de aplicação não foi um fator preponderante no estressamento de árvores de *P. taeda*.

TABELA 1 - VALORES MÉDIOS APRESENTADOS PELAS VARIÁVEIS PERCENTUAL DE CLOROSE, INTENSIDADE DE CLOROSE, Y_1 *, NÚMERO DE LARVAS DE *Sirex noctilio*, PERCENTUAL DE PARASITISMO POR *Deladenus siricidicola* E POR *Ibalia leucospoides*.

Tratamentos/ Variáveis	Percentual de Clorose	Intensidade de Clorose	Y_1	Número de Larvas de <i>S. noctilio</i>	Percentual parasitismo <i>D. siricidicola</i>	Percentual parasitismo <i>I. leucospoides</i>
1 ml de Dicamba a 20 % na base do tronco (T1)	2,19	4,51	4,94	11,73	13,44	1,64
1 ml de Dicamba a 20 % a 1 m de altura (T2)	2,36	4,86	5,37	10,23	14,65	4,60
2 ml de Dicamba a 20 % na base do tronco (T3)	2,47	5,59	6,05	21,23	9,96	1,66
2 ml de Dicamba a 20 % a 1 m de altura (T4)	2,43	5,53	6,34	14,93	9,47	2,10

* Y_1 = Nível de estresse - variável obtida pela técnica de componentes principais com as variáveis Percentual e Intensidade de clorose na copa da árvore de *Pinus taeda*.

TABELA 2 - CONTRASTE ENTRE TRATAMENTOS E NÍVEIS DE PROBABILIDADE DO TESTE F PARA AS VARIÁVEIS PERCENTUAL DE CLOROSE, INTENSIDADE DE CLOROSE, Y_1^* , NÚMERO DE LARVAS DE *Sirex noctilio* E PERCENTUAL DE PARASITISMO POR *Deladenus siricidicola*.

Contrastes/Variáveis	Percentual de Clorose	Intensidade de Clorose	Y_1	Número de Larvas de <i>S. noctilio</i>	Percentual parasitismo <i>D. siricidicola</i>
(T_1+T_2) vs (T_3+T_4)	0,247	0,047	0,022	0,014	0,004
T_1 vs T_2	0,556	0,530	0,528	0,639	0,504
T_3 vs T_4	0,848	0,921	0,622	0,13	0,777
CV (%)	5,83	7,97	15,83	18,68	23,00

* Y_1 = Nível de estresse - variável obtida pela técnica de componentes principais com as variáveis Percentual e Intensidade de clorose na copa da árvore de *Pinus taeda*.

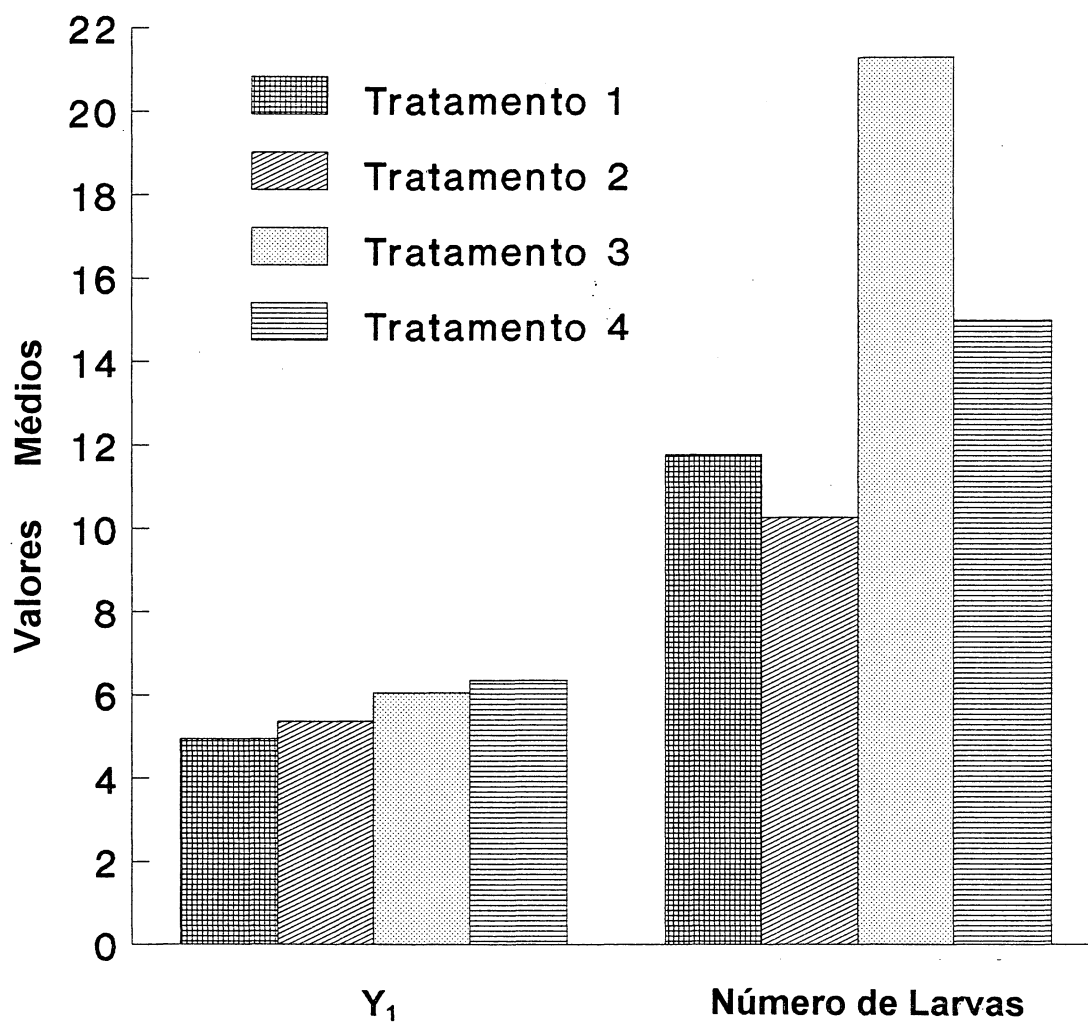
4.1.4 Atratividade das árvores de *Pinus taeda* à vespa-da-madeira

Comparando-se os tratamentos T_1 e T_2 , em conjunto, aos tratamentos T_3 e T_4 , também em conjunto, através dos teste F para contrastes ortogonais (Tabela 2), verifica-se que há diferenças significativas ao nível de 1,4 % em relação a atratividade das árvores à vespa-da-madeira. Há, portanto, 98,6 % de probabilidade de que os tratamentos T_3 e T_4 tenham atraído indivíduos de *S. noctilio* em maior quantidade. Cabe salientar que quanto ao nível de estresse (Y_1) estes tratamentos foram também superiores, como abordado no item anterior.

Este resultado evidencia a importância do nível de estresse da árvore de *P. taeda* na atratividade a *S. noctilio*. Em termos numéricos, os tratamentos T_3 e T_4 - ou seja, aqueles em que se aplicou 2 ml do herbicida - apresentaram, aproximadamente, 60 % a mais de insetos, quando comparados aos tratamentos T_1 e T_2 em que foram aplicados somente 1 ml do dicamba (Tabela 1).

Segundo MADDEN (1968 e 1977) e NEUMANN e MINKO (1981), este aumento no estresse da árvore hospedeira - responsável por mudanças na fisiologia da planta - libera atraentes voláteis em maior quantidade, aumentando, também a atratividade à vespa-da-madeira. Além disto, o período de duração do ataque de *S. noctilio* está relacionado com o grau de estresse da árvore hospedeira. Isto explica o resultado obtido - em que os tratamentos com a dose de 2 ml concentraram maior quantidade de indivíduos da vespa-da-madeira do que a dose de 1 ml, como pode ser visualizado na figura 7.

FIGURA 7 - VALORES MÉDIOS DAS VARIÁVEIS NÍVEL DE ESTRESSE (Y_1^*) EM ÁRVORES DE *Pinus taeda* E NÚMERO DE LARVAS DE *Sirex noctilio*. SÃO JOSÉ DO CERRITO, SC. 1993/94.



* Y_1 = Nível de estresse - variável obtida pela técnica de componentes principais com as variáveis percentual e intensidade de clorose na copa da árvore de *Pinus taeda*.

4.1.5 Impacto do herbicida dicamba sobre os inimigos naturais

Não se pode afirmar que os valores obtidos para a percentagem de parasitismo por *D. siricidicola* (Tabela 1, página 43) sejam representativos para a região onde foi conduzido o experimento, já que a avaliação ocorreu em larvas e estas podem perder a cicatriz de penetração do nematóide *D. siricidicola* na ecdise (IEDE¹, 1993 - comunicação pessoal).

Quanto ao parasitóide *I. leucospoides*, esse encontra-se ainda em fase de colonização naquela região (PENTEADO², 1994 - comunicação pessoal). Como consequência, os dados relacionados ao percentual de parasitismo por *I. leucospoides* não foram consistentes (Tabela 1, página 43), e assim, esta variável não foi submetida a análise estatística.

Não obstante, os resultados (Tabela 1) mostram que as árvores de *P. taeda* tratadas com o herbicida dicamba, na concentração de 20 % de i.a., independente da dose e da forma de aplicação não impedem o desenvolvimento do nematóide e do parasitóide, concordando com NEUMANN et al. (1982) e NEUMANN e MOREY (1984) .

Contrastando-se os valores dos tratamentos T₁ e T₂ com T₃ e T₄, ou seja, os tratamentos na dose de 1 ml com os tratamentos na dose de 2 ml (Tabela 2, página 44), observa-se que há diferenças estatísticas - ao nível de 0,004 de significância - na percentagem de parasitismo por *D. siricidicola*. Assim, pode-se afirmar - com 99,6 % de probabilidade - que na dose de 1 ml, o percentual de parasitismo por *D. siricidicola* foi superior. A dose de 2 ml, embora não impeça o parasitismo da vespa-da-madeira pelo nematóide, pode afetá-lo e conseqüentemente diminuir o nível de parasitismo natural deste agente de controle.

¹ IEDE, E.T. - Pesquisador CNPFlorestas/EMBRAPA

² PENTEADO, S.R.C. - Pesquisador CNPFlorestas/EMBRAPA

Na tabela 1, ao considerar-se os valores médios dos tratamentos com 1 ml do herbicida em contraste com os tratamentos com 2 ml, pode-se observar que houve uma situação antagônica nas variáveis número de larvas de *S. noctilio* e percentual de parasitismo por *D. siricidicola*. Em termos numéricos, os tratamentos T₁ e T₂ - ou seja, aqueles em que se aplicou 1 ml do herbicida - apresentaram, aproximadamente, 30 % a mais de parasitismo por *D. siricidicola*, quando comparados aos tratamentos em que foram aplicados 2 ml (T₃ e T₄).

4.2 EXPERIMENTO II - EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO HERBICIDA DICAMBA NO DESENVOLVIMENTO DO NEMATÓIDE *Deladenus siricidicola* E DO FUNGO *Amylostereum areolatum*

Nos ensaios pilotos, um para *D. siricidicola* e outro para o *A. areolatum*, nos quais testaram-se as concentrações de 5, 10, 15, 20 e 30 % de ingrediente ativo do herbicida dicamba, verificou-se que em todos os tratamentos houve inibição total do desenvolvimento tanto do nematóide quanto do fungo, provocando 100 % de mortalidade.

Como a concentração utilizada para estressar as árvores de *P. taeda* foi de 20 % de ingrediente ativo, e esta ainda se dilui na seiva circulante da planta, decidiu-se pela realização de novos testes (Apêndices 13 e 14), com concentrações menores: 2; 0,4; e 0,2 % de ingrediente ativo (1/10; 1/50 e 1/100, respectivamente, da concentração utilizada no campo), repetindo-se a de 5 % dos testes anteriores, ou seja, 1/4 daquela utilizada no experimento de campo, para que se pudesse ter uma confirmação dos resultados.

Verificou-se que a concentração de 5 % inibiu totalmente tanto o desenvolvimento do nematóide *D. siricidicola* (Figura 8) quanto do fungo *A. areolatum* (Figura 9), confirmando os resultados dos testes pilotos para esta concentração. Observou-se, também, que, mesmo em uma concentração de 2 % (dez vezes menor que aquela utilizada no experimento de campo) houve inibição total do desenvolvimento do fungo e do nematóide, provocando, também, 100 % de mortalidade. Nas concentrações de 0,4 e 0,2 %, o desenvolvimento do nematóide e do fungo foi inferior à testemunha, a qual comportou-se de forma semelhante às placas mantidas na criação massal no laboratório de entomologia do CNPFlorestas/EMBRAPA.

Apesar de não ser possível comparar os resultados obtidos no experimento de laboratório com aqueles obtidos no campo, haja vista as diferentes condições de temperatura, umidade e disponibilidade de nutrientes, etc., os resultados deste

experimento, de certa forma, corroboram os resultados daquele em que a dose de 2 ml do herbicida dicamba afetou o desenvolvimento do nematóide *D. siricidicola*.

Este resultado discorda de ZIMMERMAN e CRANSHAW. (1990) que, ao trabalhar com diversas concentrações do herbicida Dicamba em soluções aquosas, constatou que o herbicida não apresentou efeito de toxicidade a nematóides entomógenos.

Com base em observações realizadas durante a condução dos testes de laboratório pode-se tecer algumas considerações sobre o dicamba: a ação parece se dar mais sobre o fungo simbiote *A. areolatum*, pois nos tratamentos com concentrações elevadas houve 100 % de mortalidade; além disto, as placas do teste piloto, mesmo após 40 dias de armazenamento em câmaras climatizadas, não apresentaram nem mesmo fungos contaminantes, sugerindo que o produto possui ação fungicida.

FIGURA 8 - AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DO NEMATÓIDE *Deladenus siricidicola*, EM MILÍMETROS, A PARTIR DA BORDA DO INÓCULO EM DIREÇÃO AO CENTRO DA PLACA, SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO HERBICIDA DICAMBA, EM MEIO DE CULTURA DE ÁGAR COM DEXTROSE DE BATATA (B.D.A.) EM LABORATÓRIO. COLOMBO, PR, 1995.

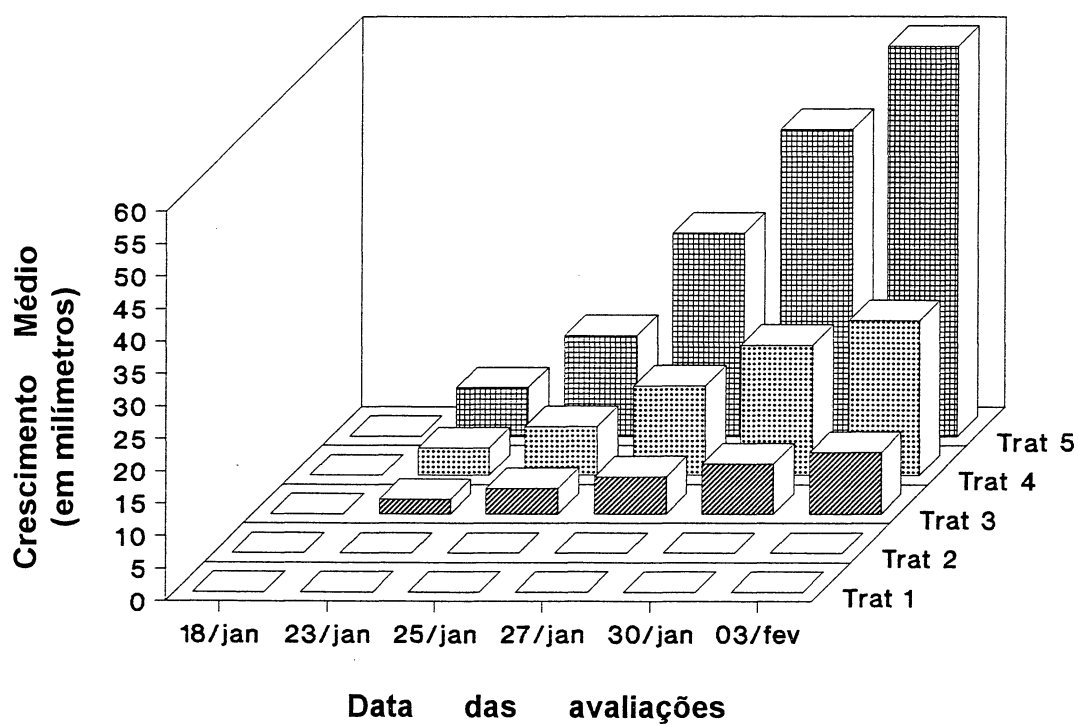
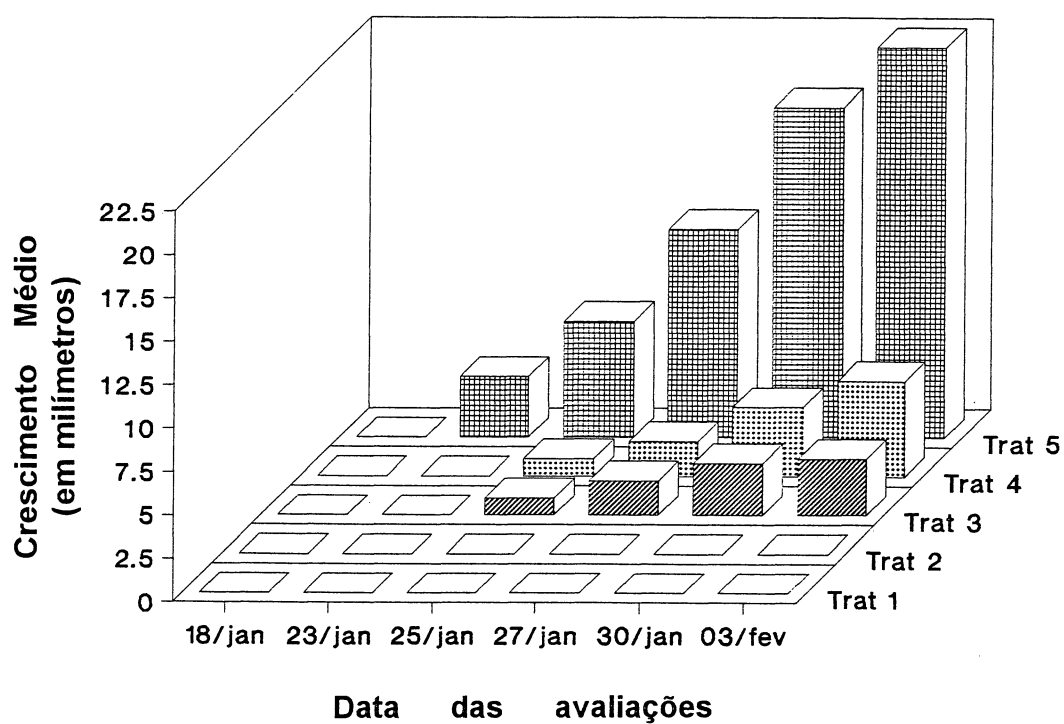


FIGURA 9 - AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DO FUNGO *Amylostereum areolatum*, EM MILÍMETROS, A PARTIR DA BORDA DO INÓCULO EM DIREÇÃO AO CENTRO DA PLACA, SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO HERBICIDA DICAMBA EM MEIO DE CULTURA DE ÁGAR COM DEXTROSE DE BATATA (B.D.A.) EM LABORATÓRIO. COLOMBO, PR, 1995.



5 CONCLUSÕES

- A técnica de anelamento, realizada dois meses antes do período de revoada de *Sirex noctilio*, não foi satisfatória para detecção e monitoramento da vespa-da-madeira, em *Pinus taeda*. Não deve, portanto, ser recomendado para obtenção imediata de pontos para inoculação do nematóide *Deladenus siricidicola* e para liberação de insetos parasitóides.

- Recomenda-se a instalação de árvores-armadilha - através do herbicida dicamba - com dois meses de antecedência ao período de revoada de *Sirex noctilio*, haja vista que produziu um grau de estresse adequado das árvores de *Pinus taeda*, permitindo, assim, a atração da vespa-da-madeira.

- O herbicida dicamba aplicado em árvores de *Pinus taeda*, na concentração de 20 % de i.a., nas doses de 1 e 2 ml por orifício de aplicação - a cada 10 cm de circunferência do tronco para árvores com diâmetro a altura do peito (DAP) de 10 a 30 cm e a cada 8 cm para árvores com DAP maior que 30 cm - independente da forma de aplicação (na base ou a 1 m de altura do tronco), mostrou-se eficiente em tornar as plantas de *Pinus taeda* atrativas a *Sirex noctilio*.

- Quando a finalidade da árvore-armadilha for o monitoramento para detecção precoce da praga em áreas indenizadas, a dose mais adequada é a de 2 ml do dicamba por orifício de aplicação, já que esta concentrou maior número de insetos.

- Quando a finalidade da árvore-armadilha for a obtenção de pontos para inoculação de nematóides - o agente de controle biológico, *Deladenus siricidicola* - no caso da vespa-da-madeira já estar presente na área, a dose recomendada deve ser a de 1 ml do dicamba por orifício de aplicação, haja vista que esta apresentou índices de parasitismo natural superiores.

O herbicida dicamba - nas concentrações de 5 e 2 % de ingrediente ativo - exerceu ação fungicida sobre o fungo *Amylostereum areolatum*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.S.; RODRIGUES, B.N. Guia de herbicidas: recomendações para o uso adequado em plantio direto e convencional. Londrina: IAPAR, 1985. 482p.
- BEDDING, R.A. Parasitic and free-living cycles in entomogenous nematodes of the genus *Deladenus*. Nature, London, v.214, p.174-175, 1967
- _____. Biology of *Deladenus siricidicola* (Neotylenchidae) an entomophagus-mycetophagus parasitic in Siricid woodwasps. Nematologica, Leiden, v.18, p.482-493, 1972.
- _____. Relatório e recomendações sobre o ataque de *Sirex* no Brasil. Curitiba: EMBRAPA - CNPF, 1989. 8p.
- BEDDING, R.A. ; AKHURST, R.J. Use of *Deladenus siricidicola* in the biological control of *Sirex noctilio* in Australia. Journal of the Australian Entomological Society, Sydney, v.13, p.129-135, 1974.
- CARVALHO, A.G. Bioecologia de *Sirex noctilio* F., 1793 (Hymenoptera:Siricidae) em povoamentos de *Pinus taeda* L.. Curitiba, 1992. 131p. Tese de Doutorado. Setor de Ciências Agrárias, UFPR.
- CARVALHO, A.G. Parasitismo de *Ibalia* spp. (Hymenoptera: Ibalidae) em *Sirex noctilio* Fabricius, 1793 (Hymenoptera: Siricidae) em São Francisco de Paula, RS. Boletim de Pesquisas Florestais, Colombo, n. 26-28, p. 61-62, 1993a..
- CARVALHO, A.C. Aspectos bioecológicos de *Ibalia leucospoides* (Hockenwarth), (Hymenoptera: Ibalidae) (1992: Florianópolis). Anais. Colombo: EMBRAPA-CNPFF/FAO-ONU/USDA-Forest Service, 1993b. p.203-216.
- CARVALHO, A.C.; PEDROSA-MACEDO, J.H.; SANTOS, H.R. Bioecologia de *Sirex noctilio* F. 1793 (Hymenoptera: Siricidae) em povoamentos de *Pinus taeda* L. In: CONFERÊNCIA REGIONAL DA VESPA-DA-MADEIRA, *Sirex noctilio*, NA AMÉRICA DO SUL (1992: Florianópolis). Anais. Colombo: EMBRAPA-CNPFF/FAO-ONU/USDA-Forest Service, 1993a. p.85-96.
- CARVALHO, A.C.; IEDE, E.T.; OLIVEIRA, E.B. Seleção de herbicida e definição de época para instalação de árvores-armadilhas em talhões de *Pinus taeda* L. atacados por *Sirex noctilio* F. 1793 (Hymenoptera: Siricidae) na Serra Gaúcha. In: CONFERÊNCIA REGIONAL DA VESPA-DA-MADEIRA, *Sirex noctilio*, NA AMÉRICA DO SUL (1992: Florianópolis). Anais. Colombo: EMBRAPA-CNPFF/FAO-ONU/USDA-Forest Service, 1993b. p.203-216.
- CNPFFLORESTAS/EMBRAPA. Seleção e instalação de árvores-armadilha para detecção da vespa-da-madeira. Curitiba: EMBRAPA-CNPFF, 1989. Folder.

- CONSERVATION FORESTS & LANDS. Identifying and controlling the Sirex Wasp in Radiata Pine plantations. Lands & Forests Division, n.6, 1988. 8p.
- COUTTS, M.P. Rapid physiological change in *Pinus radiata* following attack by *Sirex noctilio* and its associated fungus *Amylostereum* spp.. Australian Journal of Biological Sciences, Melbourne, v.30, n.7, p.274-276, 1968.
- _____. The mechanism of pathogenicity of *Sirex noctilio* on *Pinus radiata*. I. Effects of the symbiotic fungus *Amylostereum* (Thelophoraceae). Australian Journal of Biological Sciences, Melbourne, v.22, p.915-924, 1969.
- ECHEVERRIA, N.E. Avispa barrenadora de los pinos *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae). IFONA. Centro Forestal Castelar, Buenos Aires, n.3. p.22-23, 1986
- ELDRIDGE, R.H.; TAYLOR, E.E.. *Sirex* woodwasp - A pest of Pine in N.S.W. Forest Commission of New South Wales. Forest Protection Series, n.1, 1989. 5p.
- FREAR, D.S. The Benzoic acid herbicides. In. KEARNEY, P.C.; KAUFMAN, D.D. Herbicides. Chemistry, Degradation and mode of action. 2.ed. New York: Marcel Dekker, INC., 1976. p.541-570.
- FOREST COMMISSION TASMANIA: *Sirex* wasp. Forest Pests and Diseases. n.10, 1981. 8p.
- FURNISS, R.L.; CAROLIN, V.W. Western of insects. Washington: USDA-Forest Service, 1977. 645p.
- GILBERT, J.M.; MILLER, L.W. An outbreak of *Sirex noctilio* (F.) Tasmânia. Australian Forestry, Canberra, v.16, p.63-69, 1952.
- HAUGEN, D.A.; BEDDING, R.A.; UNDERDOWN, M.G.; *et al.*. National Estrategy for Control of *Sirex noctilio* in Australia. Australian Forest Grower, v.13, n.2, 1990. 8p.
- HAUGEN, D.A.; UNDERDOWN, M.G. Release of parasitoids for *Sirex noctilio* control by transporting infested logs. Australin Forestry, Canberra, v.53, n.4, p.266-270, 1990.
- _____. Reduced parasitism of *Sirex noctilio* in radiata pines inoculated with the nematode *Beddingia siricidicola* during 1974-1989. Australian Forestry, Canberra, v.56, n.1, p.45-48, 1993
- HORWOOD, D. W.; MORGAN, F.D.; STEWART, N.C. Effectiveness of contact insecticides against the woodwasp *Sirex noctilio*. Australian Forestry, Canberra, v.34, n.1, p.49-59, 1970.
- IEDE, E.T.; PENTEADO, S.R.C.; BISOL, J.C. Primeiro registro de ataque de *Sirex noctilio* em *Pinus taeda* no Brasil. Curitiba: EMBRAPA-CNPf. Circular Técnica, 20, 1988. 12p.

- IEDE, E.T.; BEDDING, R.A.; PENTEADO, S. do R.C.; MACHADO, D.C. Programa Nacional de Controle da Vespa da Madeira - PNCVM. Curitiba: EMBRAPA-CNPf, 1989. 10p.
- IEDE, E.T.; PENTEADO, S. do R.C.; MACHADO, D.C. *et al.* Panorama a nível mundial de *Sirex noctilio* F. (Hymenoptera: Siricidae). In: CONFERÊNCIA REGIONAL DA VESPA-DA-MADEIRA, *Sirex noctilio*, NA AMÉRICA DO SUL (1992: Florianópolis). Anais. Colombo: EMBRAPA-CNPf/FAO-ONU/USDA-Forest Service, 1993. p.23-33.
- MADDEN, J.L. Physiological aspects of host tree favourability for the woodwasp, *Sirex noctilio* F.. Proceedings of Ecological Society of Australia, Canberra, v.3, p.147-149, 1968.
- _____. Some treatments which render Monterey pine (*Pinus radiata*) attractive to the wood wasp *Sirex noctilio* F.. Bulletin of Entomological Research, London, v.60, p.467-472, 1971.
- _____. Oviposition behaviour of the woodwasp, *Sirex noctilio* F.. Australian Journal of Zoology, Melbourne, v. 22, p. 341-351, 1974.
- _____. An analysis of an outbreak of the woodwasp, *Sirex noctilio* F. (Hymenoptera: Siricidae) in *Pinus radiata*. Bulletin of Entomological Research, London, v.65, p.491-500, 1975.
- _____. Physiological reactions of *Pinus radiata* to attack by woodwasp, *Sirex noctilio* F. (Hymenoptera: Siricidae). Bulletin of Entomological Research, London, v.67, p.405-426, 1977.
- MADDEN, J.L.; IRVINE, C.J. The use of the lure trees for the detection of *Sirex noctilio* in the field. Australian Forestry, Canberra, v.35, n.3, p.164-166, 1971.
- MENDES, C.J. Manual de Controle da vespa da madeira. Florianópolis: Associação Catarinense dos Reflorestadores, 1992. 23p.
- MENDES, C.J.; OLSEN, V.J.; CARON NETO, M.; ANDRADE, U.R. Monitoramento da vespa-da-madeira no estado de Santa Catarina. In: CONFERÊNCIA REGIONAL DA VESPA-DA-MADEIRA, *Sirex noctilio*, NA AMÉRICA DO SUL (1992: Florianópolis). Anais. Colombo: EMBRAPA-CNPf/FAO-ONU/USDA-Forest Service, 1993. p.183-190.
- MILLER, D. ; CLARK, A.F. *Sirex noctilio* and its parasites in New Zealand. Bulletin of Entomological Research, London, v.26, p.149-154, 1935.
- MINKO, G. Chemicals for non-commercial thinning of *Pinus radiata* by basal stem injection. Australian Weeds Journal, Myrtleford, v.1, n.1, p.5-7, 1981.
- MORGAN, F.D. Bionomics of Siricidae. Annual Review of Entomology, Palo Alto, v.13, p.239-256, 1968.

- MORGAN, F.D.; STEWART, N.C. Developing and Testing a Lure-trap for the Woodwasp *Sirex noctilio* F.. Australian Forestry, Canberra, v.36, p.38-46, 1972.
- NATIONAL SIREX CO-ORDINATION COMMITTEE, National sirex control strategy - Operations worksheets, Australia, 1991, 10p,
- NEUMANN, F.G. Insect pest management in Australian radiata pine plantations. Australian Forestry, Canberra, v.42, n.1, p.30-38, 1979.
- NEUMANN, F.G.; HARRIS, J.A.; KASSABY, F.Y. *et al.* An improved technique for early detection and control of the *Sirex* wood wasp in radiata pine plantations. Australian Forestry, Canberra, v.45, n. 2, p.117-124, 1982.
- NEUMANN, F.G.; MINKO, G. The *Sirex* wood wasp in Australian radiata pine plantations. Australian Forestry, Canberra, v.44, n.1, p.46-63, 1981.
- NEUMANN, F.G.; MOREY, J.L. Influence of natural enemies on the *Sirex* wood wasp in herbicide treated trap trees of radiata pine in north-eastern Victoria. Australian Forestry, Canberra, v.47, n.4, p.218-224, 1984.
- NEUMANN, F.G.; MOREY, J.L.; MCKIMM, R.J. The *Sirex* wasp in Victoria. Victoria: David Meagher, 1987. 41p. (Bulletin n.29)
- NUTTALL, M.J. Insect parasites of *Sirex* (Hymenoptera: Ichneumonidae, Ibalidae and Orussidae). Forest and Timber Insects in New Zealand, Rotorua, n.47, 1980. 12p.
- PENTEADO, S.R.C.; OLIVEIRA, E. B. de.; IEDE, E.T. Amostragem seqüencial para determinação de níveis de ataque de *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae) em povoamentos de *Pinus* spp.. In: CONFERÊNCIA REGIONAL DA VESPA-DA-MADEIRA, *Sirex noctilio*, NA AMÉRICA DO SUL (1992: Florianópolis). Anais. Colombo: EMBRAPA-CNPFF/FAO-ONU/USDA-Forest Service, 1993. p.175-181.
- PENTEADO, S.R.C.; SANTOS, H.R.; IEDE, E.T.; *et al.* Distribuição do parasitismo de *Deladenus siricidicola* em *Sirex noctilio* ao longo do tronco de *Pinus taeda*. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO (n.4: 1994: Gramado). Anais: Sessão de Pôsters. Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1994. p.41.
- PLA, M.B. Situación del *Sirex noctilio* F. y otros insectos plaga forestales en Uruguay. In: CONFERÊNCIA REGIONAL DA VESPA-DA-MADEIRA, *Sirex noctilio*, NA AMÉRICA DO SUL (1992: Florianópolis). Anais. Colombo: EMBRAPA-CNPFF/FAO-ONU/USDA-Forest Service, 1993. p.65-71.
- QUADROS, J.L. Histórico e Constituição do Fundo Nacional de Controle à Vespa-da-Madeira. In: CONFERÊNCIA REGIONAL DA VESPA-DA-MADEIRA, *Sirex noctilio*, NA AMÉRICA DO SUL (1992: Florianópolis). Anais. Colombo: EMBRAPA-CNPFF/FAO-ONU/USDA-Forest Service, 1993. p.257-261.
- RAWLINGS, G.B. ; WILSON, N.M. *Sirex noctilio* as a beneficial and destructive insects to *Pinus radiata*. New Zealand Journal of Forestry, Rotorua, v.6, p.1-11, 1949.

- REBUFFO, S. La "avispa de la madera" *Sirex noctilio* F. em el Uruguay. Montevideo: Ministerio de Ganaderia, Agricultura y Pesca, Direccion Forestal, 1990. 17p.
- RICHARD, A.J.; WICHERN, D.W. Applied Multivariate Statistical Analysis. 2.ed. Madison: Prentice Hall International, 1987. 607p.
- SANCHEZ, J.V. Consideraciones sobre *Sirex noctilio* y otros insectos que constituyen "plagas" en la principal provincia forestal Argentina: Misiones. In: CONFERÊNCIA REGIONAL DA VESPA-DA-MADEIRA, *Sirex noctilio*, NA AMÉRICA DO SUL (1992: Florianópolis). Anais: Colombo: EMBRAPA-CNPFF/FAO-ONU/USDA-Forest Service, 1993. p.73-76.
- SILVA, S.M.S. Estabelecimento e eficiência de agentes de controle biológico de *Sirex noctilio* F., 1793 (Hymenoptera:Siricidae) em *Pinus taeda* L. nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Curitiba, 1995. 93 p. Tese de Mestrado. Setor de Ciências Biológicas, UFPR.
- SIMPSON, R.F.; McQUILKIN, R.M. Identification of volatiles from felled *Pinus radiata* and the eletroantennograms they elicit from *Sirex noctilio*. Entomologia Experimentalis et Applicata, Dordrecht, v.19, p.205-213, 1976.
- SMITH, D.R. Hymenopterum catalogus: Suborder Symphyta (Xyelidae, Parachexyelidae, Parapamphillidae, Xyelididae, Karatavitidae, Girasiridae, Sepulcidae, Pseudosiricidae, Anaxyelidae, Siricidae, Xiphidriidae, Parasyssidae, Xyclotomidae, Blasticotomidae, Pergidae). W. Junk B. V., Holand, v.14, p.59-63, 1978.
- SPRADBERY, J.P.; KIRK, A.A. Aspects of the ecology of siricid woodwasp (Hymenoptera: Siricidae) in Europe, North Africa and Turkey with special reference to the biological control of *Sirex noctilio* F. in Australia. Bulletin of Entomological Research, London, v.68, n.341-359, 1978.
- TAYLOR, K.L. Evaluation of the insect parasitoids of *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae) in Tasmania. Oecologia, Heidelberg, v.32, p.1-10, 1978.
- _____. The *Sirex* woodwasp: ecology and control of an introduced forest insect. In: KITCHING, R.L. ; JONES, R.E. The ecology pests; some australian case histories. Melbourne: CSIRO, 1981, p.231-248.
- ZIMMERMAN, R.J.; CRANSHAW, W.S. Compatibility of three entomogenous nematodes (Rhabditidae) in aqueous solutions of pesticides used in turfgrass maintenance. Journal of Economic Entomology, College Park, v.83, n.1, p.97-100, 1990.
- ZONDAG, R; NUTTALL, M.J. *Sirex noctilio* Fabricius (Hymenoptera: Siricidae). Forest and Timber Insects in New Zealand. Rotorua, n.20, 1977.

**APÊNDICE 1 - TABELA PARA AMOSTRAGEM SEQUÊNCIAL DE *Sirex noctilio*, COM
BASE EM INTERVALOS DE CONFIANÇA COM Z A 90 %.
(PENTEADO ET AL., 1993).**

Número de árvores amostradas	Continuar a amostragem	Árvores atacadas Número (%)	Interromper a amostragem
57		17 (30 %)	
60		17 (29%)	
63		18 (28 %)	
66		18 (27 %)	
70		18 (26%)	
73		18 (25 %)	
77		18 (24 %)	
81		19 (23 %)	
86		19 (22 %)	
91		19 (21 %)	
96		18 (20 %)	
103		18 (19 %)	
110		18 (18 %)	
118		19 (17 %)	
127		19 (16 %)	
137		19 (15 %)	
149		19 (14 %)	
162		20 (13 %)	
177		20 (12%)	
196		20 (11 %)	
218		20 (10 %)	
245		20 (9 %)	
250		20 (8 %)	
250		18 (7 %)	
250		15 (6 %)	
250		13 (5 %)	
250		10 (4 %)	
250		8 (3 %)	
250		5 (2 %)	
250		3 (1 %)	

**APÊNDICE 2 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DA VARIÁVEL PERCENTUAL DE CLOROSE
NA COPA DE ÁRVORES DE *Pinus taeda*.**

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Fontes de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob > F
Bloco	4	0,0104964	0,0026241	0,2697	0,89117
Tratamento	3	0,0209478	0,0069826	0,7176	0,56274
Resíduo	12	0,1167707	0,0097309		
Total	19	0,1482148			

Os dados foram transformados segundo $\sqrt{x + 0,5}$

Média Geral = 1,69

Coefficiente de Variação = 5,83 %

TESTE F PARA CONTRASTE ENTRE OS NÍVEIS DE TRATAMENTOS

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Fontes de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob > F
Contraste nº 1	1	0,0143554	0,0143545	1,4752	0,24683
Contraste nº 2	1	0,0062499	0,0062499	0,6423	0,55629
Contraste nº 3	1	0,0003425	0,0003425	0,0352	0,84814
Resíduo	12	0,1167707	0,0097309		

Número	Tratamento	Repetições	Média transformada	Média original
1	T ₁	5	1,640128	2,190020
2	T ₂	5	1,690127	2,356530
3	T ₃	5	1,724562	2,474116
4	T ₄	5	1,712858	2,433881

VALORES DOS COEFICIENTES DOS CONTRASTES

Contraste 1	Contraste 2	Contraste 3
1,000	1,000	0,000
1,000	-1,000	0,000
-1,000	0,000	1,000
-1,000	0,000	-1,000

**APÊNDICE 3 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DA VARIÁVEL INTENSIDADE DE CLOROSE
NA COPA DE ÁRVORES DE *Pinus taeda*.**

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Fontes de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob > F
Bloco	4	0,2767948	0,0691987	1,9407	0,16790
Tratamento	3	0,1859884	0,0619961	1,7387	0,21171
Resíduo	12	0,4278798	0,0356566		
Total	19	0,8906630			

Os dados foram transformados segundo $\sqrt{x + 0,5}$

Média Geral = 2,37

Coefficiente de Variação = 7,97 %

TESTE F PARA CONTRASTE ENTRE OS NÍVEIS DE TRATAMENTOS

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Fontes de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob > F
Contraste nº 1	1	0,1703352	0,1703352	4,7771	0,04729
Contraste nº 2	1	0,0153167	0,0153167	0,4296	0,53053
Contraste nº 3	1	0,0003366	0,0003366	0,0094	0,92119
Resíduo	12	0,4278798	0,0356566		

Número	Tratamento	Repetições	Média transformada	Média original
1	T ₁	5	2,238275	4,509874
2	T ₂	5	1,690127	4,866394
3	T ₃	5	1,744562	5,589966
4	T ₄	5	1,712858	5,532831

VALORES DOS COEFICIENTES DOS CONTRASTES

Contraste 1	Contraste 2	Contraste 3
-1,000	1,000	0,000
1,000	-1,000	0,000
-1,000	0,000	1,000
-1,000	0,000	-1,000

APÊNDICE 4 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DA VARIÁVEL Y_1 *.

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Fontes de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob > F
Bloco	4	7,8975205	1,9743801	2,4432	0,10322
Tratamento	3	6,1532266	2,0510755	2,5381	0,10520
Resíduo	12	9,6971973	0,8080998		
Total	19	23,7479445			

Média Geral = 5,68

Coefficiente de Variação = 15,83 %

TESTE F PARA CONTRASTE ENTRE OS NÍVEIS DE TRATAMENTOS

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Fontes de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob > F
Contraste nº 1	1	5,4831815	5,4831815	6,7853	0,02198
Contraste nº 2	1	0,4580630	0,4580630	0,5668	0,52815
Contraste nº 3	1	0,2119821	0,2119821	0,2623	0,62258
Resíduo	12	9,6971973	0,8080998		

Número	Tratamento	Repetições	Média transformada	Média original
1	T ₁	5	4,940352	4,940352
2	T ₂	5	5,368400	5,368400
3	T ₃	5	6,055084	6,055084
4	T ₄	5	6,347176	6,347176

VALORES DOS COEFICIENTES DOS CONTRASTES

Contraste 1	Contraste 2	Contraste 3
1,000	1,000	0,000
1,000	-1,000	0,000
-1,000	0,000	1,000
-1,000	0,000	-1,000

* Y_1 = Nível de estresse - variável obtida pela técnica de componentes principais com as variáveis percentual e intensidade de clorose na copa das árvores de *Pinus taeda*.

**APÊNDICE 5 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DA VARIÁVEL NÚMERO DE LARVAS DE
Sirex noctilio.**

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Fontes de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob > F
Bloco	4	6,4374963	1,6093741	3,1283	0,05559
Tratamento	3	5,5935404	1,8645135	3,6242	0,04483
Resíduo	12	6,1735200	0,5144600		
Total	19	18,2045567			

Os dados foram transformados segundo $\sqrt{x + 0,5}$

Média Geral = 3,84

Coefficiente de Variação = 18,68 %

TESTE F PARA CONTRASTE ENTRE OS NÍVEIS DE TRATAMENTOS

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Fontes de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob > F
Contraste nº 1	1	4,1292151	4,1292151	8,0263	0,01453
Contraste nº 2	1	0,1218664	0,1218664	0,2369	0,63941
Contraste nº 3	1	1,3424589	1,2424589	2,6095	0,12936
Resíduo	12	6,1735200	0,5144600		

Número	Tratamento	Repetições	Média transformada	Média original
1	T ₁	5	3,496557	11,725909
2	T ₂	5	3,275770	10,230672
3	T ₃	5	4,661318	20,227890
4	T ₄	5	3,928527	14,933323

VALORES DOS COEFICIENTES DOS CONTRASTES

Contraste 1	Contraste 2	Contraste 3
1,000	1,000	0,000
1,000	-1,000	0,000
-1,000	0,000	1,000
-1,000	0,000	-1,000

**APÊNDICE 6 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DA VARIÁVEL PERCENTUAL DE
PARASITISMO POR *Deladenus siricidicola* EM *Sirex noctilio*.**

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Fontes de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob > F
Bloco	4	264,8451632	66,2112908	8,8700	0,00177
Tratamento	3	97,8942611	32,6314204	4,3715	0,02652
Resíduo	12	89,5755330	7,4646278		
Total	19	452,3149573			

Média Geral = 11,88

Coefficiente de Variação = 23,00 %

TESTE F PARA CONTRASTE ENTRE OS NÍVEIS DE TRATAMENTOS

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Fontes de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob > F
Contraste nº 1	1	93,6579178	93,6579178	12,5469	0,00424
Contraste nº 2	1	3,6360937	3,6360937	0,4871	0,50451
Contraste nº 3	1	0,6002496	0,6002496	0,0804	0,77753
Resíduo	12	89,5755330	7,4646278		

Número	Tratamento	Repetições	Média transformada	Média original
1	T ₁	5	13,440	13,440
2	T ₂	5	14,646	14,646
3	T ₃	5	9,960	9,960
4	T ₄	5	9,470	9,470

VALORES DOS COEFICIENTES DOS CONTRASTES

Contraste 1	Contraste 2	Contraste 3
1,000	1,000	0,000
1,000	-1,000	0,000
-1,000	0,000	1,000
-1,000	0,000	-1,000

**APÊNDICE 7 - AMOSTRAGEM SEQUENCIAL REALIZADA CONFORME PENTEADO
ET AL (1993), Z = 90 %, NO TALHÃO 4 DA FAZENDA CERRO
PELADO IV. SÃO JOSÉ DO CERRITO, SC, 1993/94.**

Número de árvores amostradas	Árvores atacadas	
	Número	%
11	1	
22	2	
44	3	
55	4	
56	5	
60	6	
64	7	
82	8	
83	9	
85	10	
89	11	
97	12	
120	13	
133	14	
174	15	
215	16	
244	17	
250	18	7 %

**APÊNDICE 8 - AMOSTRAGEM SEQUÊNCIAL REALIZADA CONFORME PENTEADO
ET AL (1993), Z = 90 %, NO TALHÃO 6a DA FAZENDA CERRO
PELADO IV. SÃO JOSÉ DO CERRITO, SC, 1993/94.**

Número de árvores amostradas	Árvores atacadas	
	Número	%
44	1	
52	2	
60	3	
65	4	
72	5	
75	6	
104	7	
108	8	
135	9	
136	10	
151	11	
205	12	
244	13	
247	14	
254	15	6 %

APÊNDICE 9 - MÉDIA DO DIÂMETRO À ALTURA DO PEITO (DAP), EM CENTÍMETROS, DAS ÁRVORES DE *Pinus taeda* UTILIZADAS NO EXPERIMENTO. SÃO JOSÉ DO CERRITO, SC, 1993/94.

Tratamentos/Blocos	Bloco I	Bloco II	Bloco III	Bloco IV	Bloco V	Média
1 ml de Dicamba a 20 % na base do tronco (T ₁)	21,30	20,10	18,90	22,10	20,80	20,64
1 ml de Dicamba a 20 % a 1 metro de altura (T ₂)	20,90	21,00	21,20	25,40	21,30	21,96
2 ml de Dicamba a 20 % na base do tronco (T ₃)	21,20	17,70	22,60	21,20	19,60	20,46
2 ml de Dicamba a 20 % a 1 metro de altura (T ₄)	19,60	20,40	18,50	18,60	22,00	19,82
Anelamento (T ₅)	21,90	21,60	17,10	24,16	19,40	20,83
Testemunha (T ₆)	22,80	21,10	21,40	19,80	21,60	21,34
Média	21,28	21,22	19,95	21,88	20,78	20,84

APÊNDICE 10 - ALTURA MÉDIA, EM METROS, DAS ÁRVORES DE *Pinus taeda* UTILIZADAS NO EXPERIMENTO. SÃO JOSÉ DO CERRITO, SC, 1993/94.

Tratamentos/Blocos	Bloco I	Bloco II	Bloco III	Bloco IV	Bloco V	Média
1 ml de Dicamba a 20 % na base do tronco (T ₁)	19,26	18,96	18,19	20,12	18,65	19,03
1 ml de Dicamba a 20 % a 1 metro de altura (T ₂)	18,78	19,26	18,83	20,73	19,22	19,36
2 ml de Dicamba a 20 % na base do tronco (T ₃)	19,93	17,62	17,31	20,00	17,92	18,56
2 ml de Dicamba a 20 % a 1 metro de altura (T ₄)	19,20	18,84	16,27	17,86	20,18	18,47
Anelamento(T ₅)	20,51	18,65	16,88	19,39	18,17	18,72
Testemunha (T ₆)	19,81	17,80	18,04	18,59	18,11	18,47
Média	19,58	18,52	17,59	19,45	18,71	18,76

APÊNDICE 11 - VALORES MÉDIOS DA INTENSIDADE DE CLOROSE (EM UMA ESCALA DE 0 A 8), EM PLANTAS DE *Pinus taeda*, PROVOCADE PELOS DIFERENTES TRATAMENTOS COM O HERBICIDA DICAMBA DURANTE AS AVALIAÇÕES DO ESTADO FITOSSANITÁRIO. SÃO JOSÉ DO CERRITO, SC, 1993/94.

Tratamentos/ Período de avaliação	30/09/93	22/10/93	29/11/93	05/01/94	04/02/94	03/03/94	04/04/94
1 ml de Dicamba a 20% na base do tronco (T ₁)	0	1,40	4,52	8,00	8,00	8,00	8,00
1 ml de Dicamba a 20% a 1 m de altura (T ₂)	0	0,96	4,92	8,00	8,00	8,00	8,00
2 ml de Dicamba a 20% na base do tronco (T ₃)	0	2,16	5,60	7,84	8,00	8,00	8,00
2 ml de Dicamba a 20% a 1 m de altura (T ₄)	0	1,08	5,60	8,00	8,00	8,00	8,00
Anelamento (T ₅)	0	0	0	0	0	0	0
Testemunha (T ₆)	0	0	0	0	0	0	0

Escala de valores utilizados

0 = sem sintomas de clorose

1 = amarelo

2 = amarelo +

3 = amarelo ++

4 = castanho

5 = castanho +

6 = castanho ++

7 = marron-avermelhado

8 = marron com queda de acículas

**APÊNDICE 12 - PERCENTUAL DE CLOROSE, EM PLANTAS DE *Pinus taeda*,
PROVOCADO PELOS DIFERENTES TRATAMENTOS DURANTE
AS AVALIAÇÕES DO ESTADO FITOSSANITÁRIO. SÃO JOSÉ DO
CERRITO, SC, 1993/94.**

Tratamentos/ Período de avaliação	30/09/93	22/10/93	29/11/93	05/01/94	04/02/94	03/03/94	04/04/94
1 ml de Dicamba a 20 % na base do tronco (T ₁)	0	33,00	72,60	100	100	100	100
1 ml de Dicamba a 20 % a 1 m de altura (T ₂)	0	33,00	77,88	100	100	100	100
2 ml de Dicamba a 20 % na base do tronco (T ₃)	0	34,36	81,84	97,32	100	100	100
2 ml de Dicamba a 20 % a 1 m de altura (T ₄)	0	38,32	84,48	100	100	100	100
Anelamento (T ₅)	0	0	0	0	0	0	0
Testemunha (T ₆)	0	0	0	0	0	0	0

**APÊNDICE 13 - DESENVOLVIMENTO* DO FUNGO *Amylostereum areolatum* SOB
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO HERBICIDA DICAMBA EM
MEIO DE CULTURA B.D.A. (ÁGAR COM DEXTROSE DE BATATA)
EM LABORATÓRIO. COLOMBO, PR, 1995.**

Tratamentos/ Período de avaliação	18/01/95 Repicagem	23/01/95 1ª avaliação	25/01/95 2ª avaliação	27/01/95 3ª avaliação	30/01/95 4ª avaliação	03/02/95 5ª avaliação
T ₁	0	0	0	0	0	0
T ₂	0	0	0	0	0	0
T ₃	0	0	1,00	2,00	3,00	3,25
T ₄	0	0	1,00	2,00	4,00	5,50
T ₅	0	3,50	6,67	12,00	19,00	22,50

Valores médios em milímetros

* - Desenvolvimento, em milímetros, avaliado através do crescimento da colônia a partir da borda do inóculo em direção ao centro da placa.

APÊNDICE 14 - DESENVOLVIMENTO* DO NEMATÓIDE *Deladenus siricidicola* SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO HERBICIDA DICAMBA EM MEIO DE CULTURA B.D.A. (ÁGAR COM DEXTROSE DE BATATA) EM LABORATÓRIO. COLOMBO, PR, 1995.

Tratamentos/ Período do avaliação	18/01/95 Repicagem	23/01/95 1ª avaliação	25/01/95 2ª avaliação	27/01/95 3ª avaliação	30/01/95 4ª avaliação	03/02/95 5ª avaliação
T ₁	0	0	0	0	0	0
T ₂	0	0	0	0	0	0
T ₃	0	2,25	4,00	5,75	7,75	9,50
T ₄	0	4,25	7,50	13,75	20,00	23,75
T ₅	0	7,50	15,50	15,50	47,25	60,00

Valores médios em milímetros

* - desenvolvimento, em milímetros, avaliado através do crescimento da colônia a partir da borda do inóculo em direção ao centro da placa.

APÊNDICE 15 - DESENVOLVIMENTO* DO FUNGO *Amylostereum areolatum* SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO HERBICIDA DICAMBA EM MEIO DE CULTURA B.D.A. (ÁGAR COM DEXTROSE DE BATATA) EM LABORATÓRIO. VALORES OBTIDOS NA AVALIAÇÃO DE 03/02/95. COLOMBO, PR, 1995.

Tratamentos/ Repetições	I	II	III	IV
T ₁	0	0	0	0
T ₂	0	0	0	0
T ₃	03	03	04	03
T ₄	05	07	05	05
T ₅	20	26	21	23

Valores médios em milímetros

* - Desenvolvimento, em milímetros, avaliado através do crescimento da colônia a partir da borda do inóculo em direção ao centro da placa.

APÊNDICE 16 - DESENVOLVIMENTO* DO NEMATÓIDE *Deladenus siricidicola* SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO HERBICIDA DICAMBA EM MEIO DE CULTURA B.D.A. (ÁGAR COM DEXTROSE DE BATATA) EM LABORATÓRIO. VALORES OBTIDOS NA AVALIAÇÃO DE 03/02/95. COLOMBO, PR, 1995.

Tratamentos/ Repetições	I	II	III	IV
T ₁	0	0	0	0
T ₂	0	0	0	0
T ₃	09	10	09	10
T ₄	19	20	35	21
T ₅	45	65*1	65*1	65*1

Valores médios em milímetros

* - Desenvolvimento, em milímetros, avaliado através do crescimento da colônia a partir da borda do inóculo em direção ao centro da placa.